

TERMINOS DE REFERENCIA

Medida EST-02: Estudio de Seguimiento de Dinámicas Ecosistémicas de SVAHT

LICITACION N° {Código}

Contenido

1	PROPÓSITO DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA	3
2	ALCANCE DE LOS SERVICIOS SOLICITADOS	4
3	CONDICIONES GENERALES	5
3.1	PLAZO	5
3.2	LUGAR	6
3.3	TIPO DE CONTRATO.....	8
4	SERVICIOS REQUERIDOS.....	8
4.1	REQUISITOS GENERALES	8
4.2	DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS	8
4.2.1	INDICADORES DE ECOSISTEMA	12
4.2.2	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	13
4.2.3	FAUNA TERRESTRE	14
4.2.4	FLORA Y VEGETACIÓN	18
4.2.5	LIMNOLOGÍA	20
4.2.6	AGUA SUPERFICIAL	21
4.2.7	SUELOS.....	23
4.2.8	ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES PARA MONITOREO DE VEGETACIÓN Y TAMAÑO DE CUERPOS DE AGUA: NDVI y NWI	23
4.2.9	CAUDAL	26
5	APORTES DE LAS PARTES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS SERVICIOS	27
5.1	APORTES DE CODELCO	27
5.2	APORTES DEL CONTRATISTA.....	28
5.3	USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS APORTADOS.....	28
6	PERSONAL TÉCNICO REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DEL SERVICIO	28
7	ENTREGABLES.....	33
8	CONTROL DE AVANCE	34

03 Mayo 2022

9	PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO	34
10	NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	35
10.1	NORMATIVA INTERNA	35
11	EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS	35
12	REFERENCIAS	38

1 PROPÓSITO DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA

En el contexto de la demanda interpuesta por Daño Ambiental por parte del Consejo de Defensa del Estado (CDE) contra CODELCO, y en el marco del proceso de conciliación que concluyó con un Avenimiento y Transacción entre las partes, CODELCO y el CDE acordaron una serie de medidas, entre las cuales CODELCO comprometió un estudio de seguimiento de las dinámicas ecosistémicas del SVAHT que incluye los Salares de Pedernales, Piedra Parada y La Laguna ubicados en el Sitio Prioritario, quebrada Leoncito, quebrada Asiento y sectores que forman parte de la Medida RC-01 ("Plan de Reparación Ex-Situ"), correspondientes a las quebradas alledañas de agua dulce ubicadas al Sur-Este de dicho Sitio Prioritario, y a la cabecera sur río La Ola.

Este estudio corresponde a un seguimiento multiescalado que permitirá evaluar los SVAHT en cuestión a múltiples escalas, de manera de detectar en forma temprana, cambios que pudiesen estar ocurriendo en los ecosistemas.

Este Plan de Seguimiento se desarrollará según las definiciones establecidas por la Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos, elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente el año 2011.

Para la implementación de este Plan de Seguimiento es relevante indicar que el éxito del mismo está basado en la identificación de las variables relevantes, las cuales son aquellas que dan cuenta del comportamiento general del ecosistema y la mantención de las características ecológicas, lo cual es la suma e interacción de componentes biológicos, físicos y químicos del humedal.

Según la guía citada anteriormente, el monitoreo de humedales altoandinos debe tener por objetivo la detección temprana de cambios severos que pudieran transformarse en crónicos sobre la estructura y funcionamiento del humedal, en caso que la detección no fuera temprana. De este modo, el monitoreo aporta información para prevenir impactos importantes en el medio ambiente y, por otro lado, la evaluación de la magnitud del impacto mediante la medición de indicadores de biodiversidad, estado de conservación y/o la respuesta a nivel de la población, comunidad o el ecosistema.

Este Plan de Seguimiento recogerá el análisis de múltiples escalas, tanto aquellas locales como de escala global, incluso incorporando áreas de referencia o testigo para diferenciar el efecto local del regional, como son aquellos derivados de procesos referentes al cambio de patrones climáticos, según las definiciones establecidas por la Guía, elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente el año 2011.

Dentro de este contexto, los humedales o ecosistemas pueden ser estudiados y monitoreados desde múltiples perspectivas y a las más diversas escalas, no solo de espacio, sino también de tiempo. Uno de los principales problemas que se producen es que la dinámica y estructura de los ecosistemas es "escala dependiente", esto es, el ecosistema se "verá" distinto según la escala a la que se observe. Es por ello que resulta vital, en las etapas iniciales del seguimiento ambiental, el poder definir más de una escala, espacial y temporal, en la que éste se realizará. De otra forma se puede correr el riesgo de estar mirando en el lugar y tiempo equivocados.

Es importante destacar que este Plan de Seguimiento deberá considerar como base, el Plan de Seguimiento de la Dinámica y Evolución en el SVAHT comprometido en el Proyecto Rajo Inca

(PRI), agregando el seguimiento de variables de biota acuática, calidad de aguas, meteorología, vegetación y fauna terrestre en los salares de Piedra Parada, La Laguna, quebrada Asiento, cabecera sur río La Ola, quebrada Leoncito y en las quebradas aledañas de agua dulce. De ahí que aumenta la extensión territorial, número de puntos de muestreo y variables a monitorear, estableciendo un plan integral para los humedales alto andino del área. El seguimiento de las variables obtenidas durante los tres primeros años de este seguimiento, constituye un insumo para el desarrollo de la medida EST-01, la cual tiene como resultado la elaboración de un modelo conceptual ecosistémico y el modelo de respuesta vegetal.

Además, este estudio contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles ODS 2030 de Naciones Unidas, así como a las orientaciones del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), referidas al territorio de la Cuenca alto andina del Salar de Pedernales, sus ecosistemas y habitantes como actores relevantes.

2 ALCANCE DE LOS SERVICIOS SOLICITADOS

El servicio solicitado en los presentes Términos de Referencia es llevar a cabo el diseño de detalle y posterior implementación del plan de Seguimiento Multiescalado, el cual tiene como objetivo detectar, de manera temprana, variaciones significativas en la cobertura vegetal y funcionamiento de los SVAHT incluidos en la medida, disminuyendo el riesgo de potenciales pérdidas irreversibles. Además, será un insumo para el desarrollo del estudio ecosistémico definidos en la medida EST-01, estas variables a monitorear son parte de los componentes bióticos tales como riqueza y abundancia de biota acuática y terrestre, así como para los componentes abióticos como calidad de agua, sedimentos, suelo y meteorología. De manera complementaria se deberá monitorear las superficies de vegetación y cuerpos de agua mediante imágenes satelitales.

La dinámica ecosistémica requiere de observaciones espaciales que muestren los cambios tanto interanuales como los intraanuales, pero deben ser establecidos a una escala espacial y temporal adecuadas en función de los fenómenos en estudio. Es relevante indicar que al tener un enfoque de multi escala permite definir las imágenes objetivas en función de los SVAHT presentes en cuencas o sub cuencas aledañas.

El análisis deberá ser multi escalas, es decir debe incluir distintas escalas espaciales y temporales en la obtención de registros de las propiedades de los ecosistemas. Las propiedades se registran en función de variables que determinen la dinámica de los ecosistemas, como es su actividad temporal, extensión espacial, cambios en los bordes o límites de cada una de estas unidades definidas en el espacio. Estas variables determinan los efectos de los componentes abióticos sobre los bióticos.

El oferente deberá identificar las autorizaciones ambientales y sectoriales requeridas para la ejecución de las actividades, si esto aplica. Además, la empresa deberá preparar la documentación necesaria para la tramitación oportuna de permisos, si ello fuese necesario, entregando una carta Gantt en que se identifique los hitos desde el inicio del expediente hasta la

fecha probable de emisión de la autorización por parte de la autoridad respectiva, con plazos razonables y alcanzables.

En conformidad a lo establecido por el Primer Tribunal Ambiental en el proceso de Avenimiento y Transacción, serán contraparte técnica tanto el CDE y los Servicios con competencia ambiental en materia de protección y conservación de los recursos naturales y biodiversidad. En cumplimiento a lo anterior, los estudios deben incluir la consulta, apoyo y observaciones de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente y/o en su caso el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), cuando corresponda.

3 CONDICIONES GENERALES

3.1 PLAZO

La ejecución de este estudio deberá iniciarse no más allá de 8 meses desde la aprobación por parte del CDE de los Términos de Referencia, adicionalmente, de acuerdo a lo indicado en el Acuerdo, el estudio tendrá una duración de 8 años en cada uno de los sectores comprometidos, según los hitos de inicio de cada sector indicado en el Avenimiento.

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de término	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029	
			S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Resolución firme y Ejecutoriada del Avenimiento	15-01-2021	-																		
Elaboración de Términos de Referencia y envío a CDE	15-01-2021	13-04-2021																		
Revisión de TdR por parte del CDE	13-04-2021	13-05-2021																		
Proceso de licitación por Codelco	01-06-2021	31-01-2022																		
Ejecución del estudio (8 años en cada uno de los sectores) (*)	01-02-2022	30-01-2030																		
Ejecución campaña instalación estaciones meteorológicas																				
Ejecución campañas seguimiento biota y calidad de agua																				

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de término	2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029	
			S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Elaboración y Entrega de Información para página Web	31-01-2022	30-01-2030																		
Reporte anual de avance (Codelco entrega en junio de cada año al CDE, empresa entrega a fines de abril)	31-01-2022	30-01-2030																		
Informe de gestión realizada (Mensual)	31-01-2022	30-01-2030																		

(*) Se considera como criterio que esta actividad se implementará 8 meses luego de aprobados los TDR por el CDE, por lo que su inicio podrá variar dependiendo de dicho hito.

3.2 LUGAR

El Plan de Seguimiento se llevará a cabo en las cuencas donde se realizarán las medidas de reparación y puesta en valor; aquellos lugares donde solo se realicen puesta en valor servirán como áreas referenciales. A continuación, se indican específicamente los sitios con presencia de humedales del tipo SVAHT y cuerpos de agua:

1. Salar de Pedernales (SVAHT activo) cuenca del mismo nombre (medida de puesta en valor).
2. Salar Piedra Parada, cuenca del mismo nombre (área referencial, medida de puesta en valor).
3. Salar La Laguna, cuenca del mismo nombre (área referencial, medida de puesta en valor).
4. Cabecera Sur río La Ola (medidas de reparación ex situ y puesta en valor).
5. Quebrada Leoncito (área referencial, medida de puesta en valor).
6. Quebrada Asiento (área referencial, medida de puesta en valor)
7. Quebradas aledañas de agua dulce, ubicadas al Sur-Este del salar de Pedernales (Ciénaga, Pastos Largos, Río Negro, Tinajas, Tordillo, Vertiente 2, El Colorado) (medidas de reparación ex situ y puesta en valor).

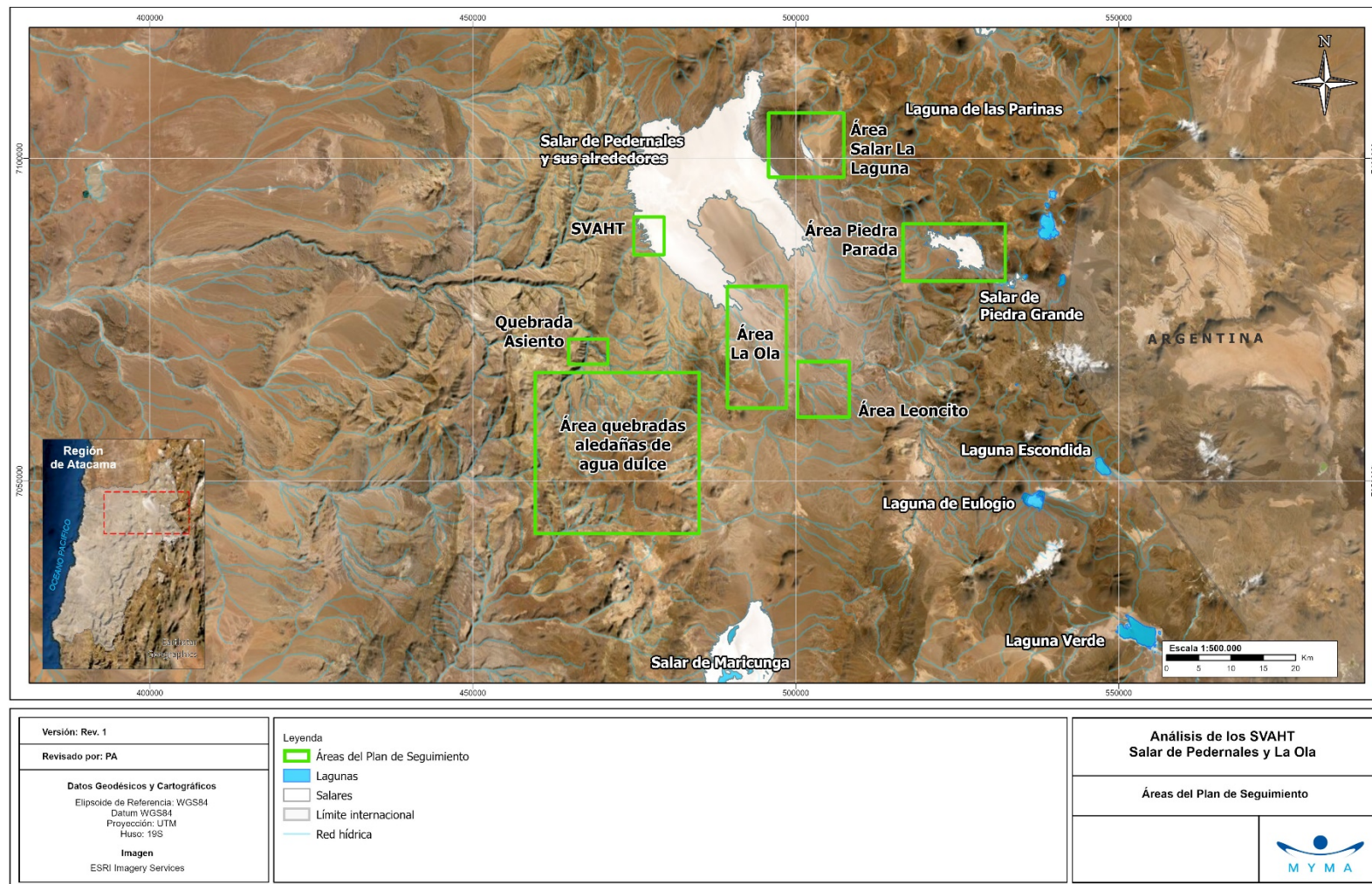


Figura 3-. Áreas de Plan de Seguimiento multiescalado

3.3 TIPO DE CONTRATO

La modalidad del presente contrato es a Serie de Precios Unitarios con Gastos Generales y Utilidades incluidos en el precio y Gastos Reembolsables.

4 SERVICIOS REQUERIDOS

4.1 REQUISITOS GENERALES

Para la ejecución de los servicios objeto de los presentes Términos de Referencia, se deberán tener en cuenta las siguientes condiciones generales:

El contratista deberá realizar las actividades aquí descritas, de modo de dar cumplimiento a la Medida EST-02 “Estudio de Seguimiento de Dinámicas Ecosistémicas de SVAHT” del Avenimiento y Transacción entre el CDE y CODELCO, del Informe de Análisis y Evaluación elaborado por el Tribunal Ambiental y del Acta de aprobación del Avenimiento firmada, todos documentos contenidos en la causa Rol D-07-2020 del Primer Tribunal Ambiental.

En conformidad a lo establecido por el Primer Tribunal Ambiental en el proceso de Avenimiento y Transacción, serán contraparte técnica tanto el CDE y los Servicios con competencia ambiental en materia de protección y conservación de los recursos naturales y biodiversidad. En cumplimiento a lo anterior, los estudios deben incluir la consulta, apoyo y observaciones de la División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente y/o en su caso el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (SBAP), cuando corresponda.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS

El diseño del Plan de Seguimiento multiescalado se basará en la detección de fenómenos que ocurren a diferentes escalas (tanto temporales como espaciales) y que potencialmente pueden regular la estructura y funcionamiento de los ecosistemas de humedales o SVAHT presentes en las diferentes cuencas endorreicas, pero con principal foco en la cuenca del salar de Pedernales.

La definición de las escalas espaciales involucradas se realizará dividiendo el espacio en diferentes niveles de resolución que nacen de la división natural de estos sistemas. Para definir un nivel es necesario identificar al menos dos aspectos importantes: elementos que componen el nivel e interacción entre el nivel de análisis y los niveles de orden inferior o superior (condiciones de borde).

Cabe mencionar que elementos de un nivel definen la escala espacial característica de dicho nivel, por lo tanto, elementos de un mismo nivel necesariamente tienen que tener escalas espaciales similares.

El diseño del monitoreo multiescalado debe contener los siguientes niveles espaciales:

Primer Nivel:

Este nivel corresponde al conjunto de los SVAHT a estudiar e incluyen una extensa superficie. En ella se encuentran la cuenca del Salar de Pedernales que considera el SVAHT activo, cercano al nivel de la costra salina, varias subcuencas y otras cuencas consideradas de diferentes tamaños, incluidas en este estudio. Estas unidades geomorfológicas incluyen una serie de

SVAHT, que permitirán establecer patrones de la dinámica ecosistémica. Incluye las cuencas donde está el SVAHT La Laguna y Piedra Parada y quebradas aledañas que generan agua dulce. El conjunto de SVAHT debe ser analizado desde una perspectiva general, comparando las características de las cuencas y la dinámica ecosistémica de los SVAHT presentes en ellas, es decir entre cuencas.

Un aspecto fundamental del análisis de las cuencas es describir los flujos de agua y nutrientes entre los componentes y el origen de ellos cuando son externos a los ecosistemas en análisis.

Las cuencas endorreicas pueden presentar flujos hídricos que las conecten sub-superficialmente a través de los acuíferos, sin embargo, también pueden existir flujos superficiales de materia (como por ejemplo detrito) y especies de flora y fauna. En este nivel es necesario definir si existen interconexiones entre las cuencas, como la presencia de vectores biológicos (camélidos o aves, por ejemplo). Las principales condiciones de borde de este nivel son meteorológicas (radiación solar, precipitaciones). Este nivel provee información a una escala mayor, lo cual permitirá establecer si los cambios ocurridos en el segundo nivel corresponden a un efecto local o están asociados a factores más amplios, como por ejemplo, meteorológicos o bien acuíferos, esto último obtenido de los modelos hidrogeológicos respecto al uso de información que se obtenga con lo presentado en los TDR de la medida H-04 "Investigación sobre Nuevas Fuentes de Agua en Cuencas de Salares La Isla, Aguilar, Gorbea y Las Parinas", en lo que sea factible de aplicar.

Segundo Nivel:

Este segundo nivel corresponde a cada una de las cuencas o subcuencas en particular. Estas se componen principalmente por un mosaico formado por los ecosistemas terrestres zonales que rodean los humedales o SVAHT. La interacción entre ambos tipos de ecosistemas queda definida por los flujos de agua que los unen, flujos tanto superficiales como subterráneos, que son acompañados en la mayoría de los casos, por flujos de nutrientes y especies. Las principales condiciones de borde de estas cuencas o subcuencas también vienen dadas por las condiciones meteorológicas, pero adquieren un papel de mayor importancia las singularidades de cada cuenca o subcuenca, por ejemplo, altura de la cuenca o subcuenca, tipo de suelo (que define interacción entre escurrimientos superficiales y subterráneos), o latitud.

Tercer Nivel:

Este tercer nivel corresponde a los flujos (agua, materia, especies de flora y fauna) existentes entre los ecosistemas acuáticos y terrestres. Las principales condiciones de borde de estas cuencas también vienen dadas por las condiciones meteorológicas, suelo, ciclos biogeoquímicos y el metabolismo de los ecosistemas.

Cuarto Nivel:

Este nivel corresponde a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres y acuáticos, definidos a partir de la biodiversidad local y los procesos biogeoquímicos. Las condiciones de borde de estos niveles son las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos.

Son parte del monitoreo todos aquellos SVAHT ubicados en las inmediaciones del salar de Pedernales que se encuentran relacionados con las acciones de compensación presentadas a raíz del avenimiento respecto de la demanda interpuesta por el Consejo de Defensa del Estado de reparación por daño ambiental, como además aquellas áreas ya definidas por la RCA

N° 019/2020. Estas zonas corresponden a: SVAHT activo del salar de Pedernales, salar Piedra Parada, salar La Laguna, cabecera Sur río La Ola, quebrada Leoncito, quebrada Asiento, quebradas aledañas de agua dulce, (Ciénaga, Pastos Largos, Río Negro, Tinajas, Tordillo, Vertiente 2, El Colorado).

En la Tabla 4.1 se entrega el diseño del Plan de Seguimiento multiescalado, considerando la “escala espacial” y la “escala temporal”, donde se consideran áreas relacionadas al SVAHT (activo) del salar de Pedernales y otras sin relación directa, usadas como testigo. Las variables a monitorear son parte de los componentes de los ecosistemas a estudiar, lo cual será insumo para el estudio de Bioecología. La información obtenida de los monitoreos deberá ser integrada de manera cualitativa o estadística, de manera de poder establecer patrones de asociaciones entre las variables, así como también la variación temporal de estas.

Tabla 4-1. Diseño de Muestreo para el desarrollo del seguimiento multiescalado

Definición del Plan de Seguimiento Multiescalado							
Primer Nivel	Variables respuesta	Segundo Nivel	Variables respuesta	Tercer Nivel	Variables respuesta	Cuarto Nivel	Variables respuesta
Sub Cuenca salar de Pedernales	Información meteorológica (pp, t°, radiación, humedad relativa, velocidad y dirección de viento). Niveles freáticos (en quebradas y salares) (*).	Salares de Pedernales y La Laguna	NDVI o SAVI (área y vigor vegetación) y NDWI (tamaño cuerpo de agua)	Ecosistema humedal	Biota (Riqueza y abundancia, endemismos, especies exóticas y especies amenazadas, formas de vida, coeficientes de similitud) / Condiciones de sitio, como Suelo (Materia orgánica, humedad y salinidad) / Niveles freáticos y afloramientos hídricos / dinámica de parches / Área fotosintéticamente activa / Topografía	Vegetación Azonal	Flora (composición y cobertura)
Sub Cuenca Río La Ola		Cabecera Río La Ola, quebradas Pastos Largos, río Negro y Leoncito					
Sub Cuenca salar Piedra Parada		Salar de Piedra Parada				Cuerpo de Agua	Calidad físico química del agua / Biota acuática
Sub Cuencas Potrerillos, y Campos de Piedra Pómez		Quebradas vertientes 2, Ciénaga, El Colorado, Asiento, Tinajas y Tordillo.					

(*): La estimación del Nivel Freático se debe establecer mediante punteras, hasta una profundidad no mayor a 3 m, con el propósito de ver disponibilidad hídrica subsuperficial para la vegetación y que es la que genera o propicia la condición de azonalidad.

Con los transectos realizados para el monitoreo de la vegetación azonal (ver Tabla 4-1), será posible evidenciar el éxito de las medidas implementadas en estas zonas.

Las campañas semestrales se llevarán a cabo en la temporalidad indicada para cada componente, salvo que condiciones meteorológicas lo impidiesen, lo que deberá quedar debidamente documentado y en conocimiento de la Corporación, previamente, quien deberá autorizar.

El número de puntos de muestreo de los diferentes componentes por área se calculó en función de la representatividad espacial y se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4-2. Proyección del número de puntos de muestreo por componente para cada área a monitorear

Area	Sitio	Número de Puntos de Muestreo				
		Vegetación	Fauna	Limnología / Calidad de agua	Meteorología	Caudal
Salar de Pedernales	SVAHT	16 puntos para el SVAHT	10 para el conjunto del SVAHT	12 puntos para el área de SVAHT	1	1
Salar La Laguna	SVAHT	4	3	2	1	1
Salar Piedra Parada	SVAHT	6	4	3	1	3
Quebradas aledañas, río la Ola y quebrada Leoncito	Ciénaga	6	6	1	-	1
	Pastos Largos	6	6	3	1	1
	Asiento	6	4	-	1	-
	Rio Negro	6	6	2	-	1
	Tinajas	6	6	1	1	1
	Tordillos	6	5	2	-	1
	Vertiente 2	6	6	2	-	1
	La Ola	6	6	3	-	1
	El Colorado	6	6	2		1
	Leoncito	6	6	2	1	1

Area	Sitio	Número de Puntos de Muestreo				
		Vegetación	Fauna	Limnología / Calidad de agua	Meteorología	Caudal
Total		86	74	35	7	14

Nota: El número de puntos de muestreo indicados en la Tabla 4-2 tiene que entenderse que son de manera referencial. El oferente durante el servicio deberá establecer la cantidad de puntos de muestreo representativos para cada sector, coordinado y validado de manera conjunta por Codelco y la parte demandante antes de comenzar las campañas de terreno, pero en ningún caso puede ser menor que los valores establecidos en esta Tabla. La cantidad de puntos de muestreo por componente ambiental de cada área a monitorear debe quedar suficientemente justificada, exponiendo los criterios de la selección del número. Cabe señalar que el número indicado en estos TDR son adicionales a lo definido como Plan de Seguimiento por la RCA N° 019/2020 (20 transectos de vegetación en el SVAHT activo Salar de Pedernales, 5 transectos en Salar La Laguna y 3 transectos en Salar Piedra Parada). Se debe considerar que los puntos de muestreo escogidos deben ser representativos de la variabilidad de los sectores, incluyendo las singularidades y las zonas de transición que se identifiquen. La información que se utiliza como base para una adecuada representatividad son las formaciones vegetacionales. Se considera que se deben ejecutar al menos 2 transectos por formación vegetal del sitio, excepto superficies muy pequeñas, entendiéndose por tal, aquellas superficies menores a 0,25 ha, en cuyo caso se requiere realizar un transecto.

Las coordenadas con la ubicación espacial estimada de los puntos de muestreo por componente serán entregadas por CODELCO a quien se adjudique el servicio, según lo establecido en el Apéndice 2 del Anexo Avenimiento.

Cabe señalar que la reportabilidad de esta información debe exhibirse en una página Web, a cargo de Codelco División Salvador por lo tanto, el oferente deberá considerar un sistema de visualización tipo Dashboard y entregar la información en formato DGB o SHP o alguno similar, el que será previamente acordado, que permita ser proyectado en la página Web.

Para la página Web se deberá, además, dejar un repositorio de fotografías, ordenadas indicando la fecha, sus coordenadas (WGS84 Datum 19S), elevación (msnm) y especie observada (nombre científico y nombre común).

A continuación, se detallan los métodos a desarrollar para cada uno de los componentes, los cuales deberán en su análisis, a posterior, relacionarse e integrarse de manera cualitativa o bien mediante análisis estadísticos, estos últimos se robustecerán a medida que exista mayor información temporal.

4.2.1 INDICADORES DE ECOSISTEMA

Dado que este monitoreo responde a identificar patrones y funciones ecosistémicas y no a un plan de alerta temprana, se establece como marco referencial lo indicado por Reed Noss en su

artículo "*Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach*", publicado en diciembre del año 1990 en la revista *Conservation Biology*. En este trabajo se definen aquellos indicadores y las herramientas para usarlas.

En el nivel de organización comunidad / ecosistema se consideran indicadores de composición, estructura, y función, los cuales deben ser incorporados en los análisis de los componentes definidos para este monitoreo. A continuación, se detallan aquellos que deben estar como resultados según su aplicabilidad por los ítems a ser muestreados.

a. Indicadores de composición:

Abundancia relativa, frecuencia, riqueza, uniformidad y diversidad de especies; proporciones de especies endémicas, exóticas, amenazadas (RCE); forma de vida y coeficientes de similitud

b. Indicadores de estructura:

Variables de suelo; topografía; biomasa vegetal y fisonomía; cobertura y estratificación; parches horizontales; abundancia, densidad y distribución de características de sitio principales (afloramientos hídricos, salinidad, materia orgánica y niveles freáticos).

c. Indicadores de función:

Superficie fotosintéticamente activa; colonización y tasas de extinción local; dinámica de parches (variación de superficies, forma y conectividad de los parches); relaciones tróficas y de condiciones de hábitat entre organismos.

4.2.2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Se deben instalar estaciones meteorológicas en las distintas zonas a monitorear, con el objetivo de establecer las condiciones locales que podrían estar dando cuenta de cambios abióticos en los humedales o bien en la respuesta de la vegetación. Estas estaciones deben medir los parámetros de velocidad del viento, precipitaciones, temperatura, presión atmosférica y radiación solar. La descarga de información, así como la mantención se debe realizar de manera mensual. Con los datos obtenidos, se deben realizar análisis e interpretaciones de las variables de estudio.



Figura 4-. Propuesta de estación meteorológica (referencial)

4.2.3 FAUNA TERRESTRE

A continuación, se detalla el método a utilizar por grupo taxonómico; la bibliografía utilizada para métodos corresponde a CONAMA, 1996, el cual fue complementado con las guías actualizadas del SAG 2012a, 2012b, 2016 y SEA, 2015.

Cabe destacar que, para poder desarrollar las actividades de captura de fauna, el contratista debe solicitar el permiso necesario al SAG, en los tiempos que permitan efectuar las campañas sin retraso. Se consideran 2 (dos) campañas anuales por 8 (ocho) años, en los meses de mayor disponibilidad hídrica (marzo -abril) y de menor actividad biológica definida principalmente por déficit hídrico (octubre-noviembre), con la participación de al menos dos especialistas en fauna.

a) Anfibios

La identificación de anfibios se realizará principalmente mediante la observación directa de los individuos. En caso de captura de los ejemplares, se deben seguir las recomendaciones del “Protocolo para el control de enfermedades infecciosas en Anfibios durante estudios de campo” (Lobos et al, 2013). En cada punto de muestreo, y por un período de tiempo de al menos 30 minutos, se recorrerá el ambiente asociado al bofedal, revisando plantas acuáticas y piedras. Se considerará la presencia de pozones, como microhábitats para la evaluación del registro de anfibios siguiendo el método previamente señalado.

Se registrará la presencia de larvas (renacuajos), juveniles y adultos. Sin embargo, solo se contabilizarán los adultos en la abundancia, debido a que esta clase utiliza una estrategia reproductiva tipo “r”, lo que quiere decir que toda su energía reproductiva se basa en generar una gran cantidad de huevos, pero sin cuidado parental. Es debido a lo anterior que eclosionan cientos de renacuajos, pero solo un pequeño porcentaje llega a estado adulto (Soto et al, 2008).

Dependiendo de la accesibilidad, se realizarán transectos de búsqueda activa. En los casos que sea posible, según los requerimientos de seguridad, se realizarán prospecciones crepusculares-nocturnas en algunos sectores (Tabla 4.3).

Tabla 4-3. Método de muestreo para anfibios

Método	Característica	Dato	Equipos
Transecto y captura activa	Recorrido pedestre fijo /Captura con malla (red) para fotografiar / revisión de piedras y plantas acuáticas	Especie, estadio de desarrollo y número de individuos	Cámara digital, guantes de nitrilo y mallas de acuario

Fuente: CEA, 2020.

b) Reptiles

Se realizará una búsqueda en los distintos ambientes detectados en cada punto de muestreo, haciendo especial énfasis en arbustos, árboles y rocas u otros elementos que sirvan de refugio para estos ejemplares. La observación se llevará a cabo en las horas que los reptiles presentan mayor actividad considerando un día normal soleado, esto es entre las 9 y las 13 horas, y entre

las 14 y las 18 horas, prestando especial atención a rocas y conglomerados vegetacionales de baja talla. En cada transecto se registra a los individuos presentes a ambos lados de la línea de proyección (Tabla 4.4).

Para el reconocimiento de especies se trabajará con Demangel, 2016; Ramírez & Pincheira, 2005, Veloso & Navarro, 1998; y Vidal & Labra, 2008.

Tabla 4-4. Método de muestreo para reptiles

Método	Característica	Dato	Equipos
Transecto y captura activa	Recorrido pedestre fijo /Captura con lazo corredizo para fotografiar / remoción de piedras y revisión de arbustos	Especie y número de individuos	Cámara digital, guantes de cabritilla o nitrilo y lazos corredizos

Fuente: CEA, 2020.

c) Aves

En cada punto de muestreo se realizará un conteo de las especies de aves observadas en el transecto de 200 metros, en que se registrarán los individuos presentes a 25 metros a ambos lados de la línea de proyección (dentro de lo posible y dependiendo de la accesibilidad), mediante el uso de binoculares 12x50. Complementariamente, se identificará mediante el canto de los ejemplares (Egli, 1998, 2002), registrando todas las aves que se encuentren en el campo visual del transecto (Tabla 4.5). Para la identificación de especies se utiliza literatura como Jaramillo, 2005; Martínez & González, 2017 y Muñoz-Pedreros, 2000.

Tabla 4-5. Metodología de muestreo para aves

Método	Característica	Dato	Equipos
Transecto	Transecto de recorrido pedestre de 200 m de largo x 25 m de ancho por lado.	Especie y número de individuos	Cámara digital, binoculares Boshile, telescopio Winchester WT -541

Fuente: CEA, 2020.

d) Mamíferos

El estudio de mamíferos se desglosa en dos grupos según sus atributos de tamaño y peso. El grupo de macromamíferos corresponde a animales cuyo peso promedio es superior a 1 kg (Mella *et al.* 2002), mientras que los micromamíferos son animales que están por debajo de este peso. El apoyo para la identificación de especies, principalmente, de micromamíferos, es por bibliografía (Iriarte, 2008).

- *Macromamíferos*

Para determinar la presencia de macromamíferos, se realizarán transectos en los cuales se registrarán los individuos presentes a 25 metros a ambos lados de la línea de proyección. Durante el recorrido se identificará a cada individuo por medio de observación directa o con binoculares 12x50. Simultáneamente se utilizarán métodos indirectos como la detección de huellas y madrigueras, presencia y análisis de fecas, lugares de descanso y observación de otros restos de animales (huesos, pelos, etc.) (Tabla 4.6).

Para el caso de los organismos de hábitos fosoriales, se revisarán las madrigueras que se observen durante el recorrido del transecto buscando evidencia de la ocupación actual de las mismas, ya sea por la presencia de tierra fresca en las entradas, como por el avistamiento de los habitantes.

Para detectar carnívoros se emplearán cámaras trampa (al menos una por punto de muestreo de fauna), utilizando como cebo atrayente jurel, pollo y/o atractores olfativos.

Tabla 4-6. Método de muestreo para macromamíferos

Método	Característica	Dato	Equipos
T transecto	Recorrido pedestre fijo con puntos de observación	Especie y número de individuos	Cámara digital, binoculares Boshile, telescopio Winchester WT-541
Trampas cámara	Uso de trampas cámara con cebo alimenticio y atractores olfativos de felinos.	Especie y número de individuos	Cámaras trampa (Cuddeback Attack IR, Recon, Reconyx y Bushnell HD). Atractor olfativo de felinos.

Fuente: CEA, 2020.

- *Micromamíferos*

Con el fin de detectar e identificar especies de micromamíferos, se realizarán trampeos nocturnos utilizando trampas de captura viva (Sherman). Éstas serán cebadas con una mezcla de avena, manzana, frutos secos, mantequilla de maní y esencia de vainilla, ubicándose en el punto de trampeo. La ubicación de las trampas se realizará seleccionando aquellos sitios que brindan las mejores características de microhábitat para el grupo, esto es, roqueríos o coberturas vegetacionales medias a altas (Tabla 4.7). En cada transecto se instalarán trampas, las cuales serán colocadas al atardecer del primer día de terreno y revisadas a primera hora del día siguiente, durante dos noches consecutivas. Estas trampas serán dispuestas de manera lineal, separadas entre sí cada 15 metros. Todo el procedimiento de manipulación se realizará dentro de las primeras horas de la mañana y se utilizarán medidas de bioseguridad (guantes, mascarillas, lavado de manos) para minimizar el riesgo de contagio cruzado.

Tabla 4-7. Metodología de muestreo para micromamíferos

Método	Característica	Dato	Equipos
Transecto	Recorrido pedestre fijo con puntos de observación	Especie y número de individuos	Cámara digital, binoculares 12x50 Boshile
Trampeo	Uso de trampas Sherman / 25 trampas por sitio de muestreo / 2 noches por sitio/ Cebo mezcla	Especie y número de individuos	Trampas Sherman, Avena, guantes de cabritillia o nitrilo, Lysoform

Fuente: CEA, 2020.

Se separa de lo anteriormente mencionado, el grupo de los quirópteros por su metodología específica, la cual consistirá en el registro y posterior análisis de sus vocalizaciones por medio del equipo bat detector.

e) Estado de conservación de especies y criterios de protección.

La categoría de conservación de cada una de las especies será determinada según los criterios de clasificación que se encuentran definidos en el D.S. N° 29/2011 (Reglamento de Clasificación de Especies) del MMA, y los decretos supremos asociados a los procesos de clasificación vigentes.

Las categorías vigentes para los documentos anteriormente señalados son: Extinta (EX), Extinta en estado silvestre (EW), En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (V), Casi amenazada (NT), Preocupación Menor (LC) y Datos Insuficientes (DD).

Como información complementaria, cuando las especies faunísticas identificadas no se incluyan en los decretos, se establecerán los criterios de protección según los estados consignados en la Ley de Caza N° 19.473 y su Reglamento (D.S. N° 5/1998 MINAGRI), modificado por D.S. N° 53/2004 y D.S. N° 65/2015, según aplique, los cuales corresponden a: beneficiosa para la actividad silvoagropecuaria (B), con densidades poblacionales reducidas (S), benéfica para la mantención del equilibrio de los ecosistemas naturales (E). En aquellos casos en que el estado de conservación sea establecido por medio de este cuerpo legal, se utilizará el estado definido para la zona norte.

f) Categorización según origen biogeográfico

Todas las especies observadas serán clasificadas según su origen en:

- **Nativas:** especies originarias del lugar en donde habitan y que pertenecen a una región o ecosistemas determinados.
- **Endémicas:** especies que viven exclusivamente dentro de un territorio determinado, ya sea un continente, una región biogeográfica o una zona particular. Por lo tanto, son un subconjunto de las especies nativas.
- **Domésticas:** especies modificadas artificialmente, cuya reproducción es controlada en provecho de una comunidad humana.

- **Introducidas:** especies foráneas que han sido introducidas fuera de su distribución natural principalmente por razones antrópicas, ya sea desde otros lugares del mundo o dentro de una región o país.

En caso de ser detectadas especies faunísticas introducidas, su registro se considerará como un parámetro útil dado que su presencia es un indicador del grado de intervención antrópica de un sistema.

4.2.4 FLORA Y VEGETACIÓN

Para determinar la flora vascular terrestre presente en el área de muestreo, se considerarán 2 (dos) campañas anuales por 8 (ocho) años en los meses de mayor actividad fotosintética (marzo -abril) y de menor actividad fotosintética definida principalmente por déficit hídrico (octubre - noviembre). Se ejecutarán transectos de longitud mínima de 25 m en las zonas a monitorear. La primera campaña de marzo-abril debe definir la condición inicial; el resto de las campañas en este periodo es para verificar la variabilidad interanual. En cada uno de ellos se calculará el porcentaje de cobertura absoluta de la(s) especie(s), para lo cual se registrarán los taxa que intercepten la huincha en puntos ubicados cada 0,1 ⁽¹⁾ m de distancia entre uno y el siguiente, proyectando en cada punto con una aguja una línea perpendicular al transecto y al suelo (Figura 3.3). Se debe considerar condiciones de sitio tales como, sal, mantillo, rastrojo, agua y fecas. La bibliografía utilizada se basa principalmente en lo establecido en la Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA (SEA, 2015).

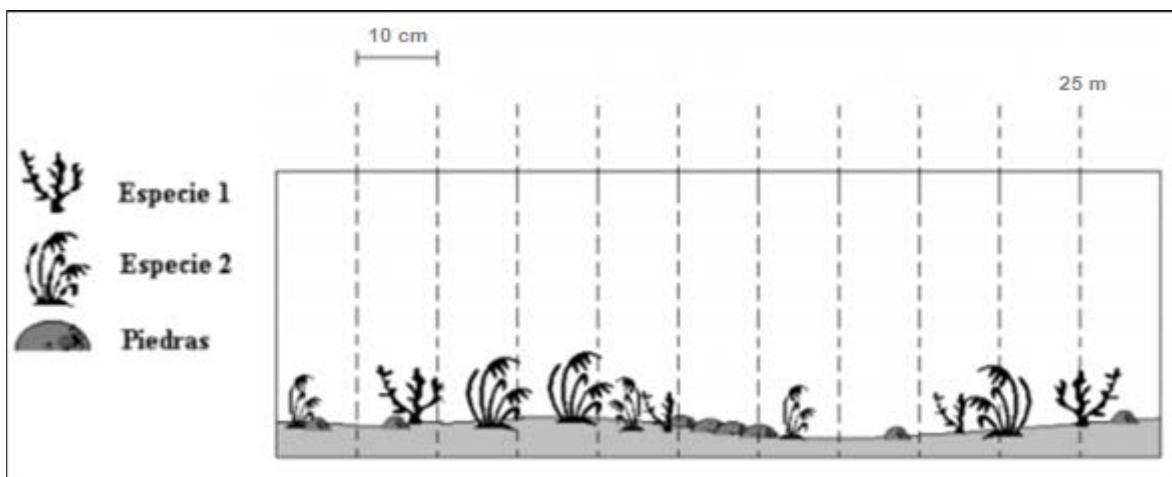


Figura 3.3 Esquema ejemplo de una medición realizada mediante el método de intercepto de puntos Fuente: Hernández *et al.* 2000, modificado.

Asumiendo que la probabilidad de que un taxa intercepte la huincha en función de la cobertura (Ellemberg & Mueller-Dumbois 1974, “*método del intercepto de puntos*”) se calculará:

¹ Notar que se modifica respecto a lo indicado en Apéndice de Plan de Seguimiento, donde se indicaba puntos de intercepto cada 0,25 m.

<i>Cobertura absoluta de una especie (%)</i>	=	$\frac{\text{Total de veces que una especie intercepta la huincha en un punto determinado en un transecto}}{\text{Nº de puntos de intercepción por transecto}} \times 100$
--	---	--

<i>Cobertura absoluta de un transecto (%)</i>	=	Sumatoria de las coberturas absolutas de todas las especies presentes en un transecto determinado
---	---	---

<i>Promedio de la cobertura absoluta del sector (%)</i>	=	$\frac{\text{Sumatoria de los porcentajes de cobertura absoluta de todos los transectos de un sector}}{\text{Nº de transectos por sector}}$
---	---	---

Para los casos de colectas de dudosa determinación taxonómica, éstas serán herborizadas y almacenadas para su posterior traslado. Este tipo de muestreo permite abarcar una gran superficie, recopilar la mayor cantidad de información y describir los componentes del medio desde la perspectiva de los elementos más conspicuos y representativos.

El material colectado será identificado por el especialista en flora utilizando la bibliografía disponible, y en aquellos casos de dudosa determinación, se comparará el material colectado con ejemplares del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO). Posteriormente, se confeccionará un listado de especies pertenecientes al área de estudio, la nomenclatura utilizada para las especies seguir a Zuloaga *et al.* (2008), Rodríguez *et al.* (2018) y de manera complementaria la base especializada en línea The Plant List- de los Jardines Botánicos de Kew y Missouri.

Las plantas serán clasificadas según su estado de conservación de acuerdo a los decretos vigentes que aprueban los procesos oficiales del Reglamento de Clasificación de especies. Luego procederá la revisión del Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989), para las especies incluidas en los listados nacionales (conclusiones 1, 2 y 3).

Las Categorías de Conservación empleadas por nuestro país están definidas por el Artículo 37 de la Ley Nº 19.300, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, las que a partir de la Ley Nº 20.417, corresponden a la vigentes actualmente para UICN: Extinta, Extinta en Estado Silvestre, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada y Preocupación Menor.

4.2.5 LIMNOLOGÍA

Se realizarán los muestreos de biota acuática indicados en la tabla 4.2. La selección de la ubicación deberá estar asociada a los puntos de mayor representatividad espacial, teniendo en consideración los posibles gradientes salinos que pudiesen existir. Cabe destacar que para esta actividad el oferente deberá contar con un permiso de pesca otorgado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca) dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Se consideran 2 (dos) campañas anuales por 8 (ocho) años, en las temporadas de verano e invierno.

Los métodos para cada grupo se describen a continuación:

a) Fitobentos

Para la estimación de las microalgas bentónicas se utilizará un core de 0,9 cm de diámetro. Se colectarán las muestras introduciendo el instrumento en el sustrato blando (2 réplicas por punto de muestreo). Luego se extraerá 1 mL de sedimento, para ser colocado en tubos Eppendorf de 15 mL y preservado con 1 mL de formalina al 20%. Por último, el contenido de cada tubo se aforará a 5 mL agregando 3 mL de agua destilada (Taylor *et al.*, 2007).

Para la identificación taxonómica se utilizarán los trabajos de Rivera (1983), Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1991, Simonsen 1987, Round *et al.* 1996, Rumrich *et al.* 2000 y Lange-Bertalot (2001).

Con los resultados de los análisis se calculará la abundancia total (cél·mm⁻²) y la riqueza taxonómica para cada uno de los puntos de muestreo estudiados.

b) Fitoplancton

El fitoplancton se recolectará usando una red rectangular (12 x 14,5 cm) de 60 µm de apertura de malla, siendo el método de muestreo por arrastre. Estas muestras serán obtenidas dentro de transectos aleatorios de 10 m de longitud. Las muestras serán fijadas con lugol al 10 % para su posterior análisis mediante microscopía óptica (Carl Zeiss). En el análisis óptico se cuantificará la abundancia de organismos fitoplanctónicos a través de transectos en un volumen de 1 mL. El recuento de fitoplancton se realizará en una cámara Sedgewick-Rafter y se calculará de acuerdo a Wetzel & Likens (1991), conforme a lo siguiente:

$$\text{Cél/L} = \frac{\text{Fc} \times \text{C} \times 1000 \text{ mm}^3}{\text{L} \times \text{D} \times \text{W} \times \text{S}}$$

Dónde:

Fc = Volumen del frasco

Volumen filtrado

C= número de organismos contados;

L= longitud total de la cámara (50 mm), longitud del transecto (2,3 mm);

D= profundidad de la cámara (1 mm);

W= ancho de la cámara (20 mm) y

S= número de transectos contados.

Finalmente, el número de individuos en la muestra dividido por el volumen filtrado en litros permitirá la estimación de la abundancia en $\text{cél} \cdot \text{L}^{-1}$.

La identificación de las diatomeas y de otros grupos se realizará utilizando las claves de Rivera 1983, Krammer & Lange-Bertalot 1986, 1991, Simonsen 1987, Pereira & Parra 1984, Round *et al.* 1996, Rumrich *et al.* (2000) y Lange-Bertalot (2001).

c) Zoobentos

Para la estimación de la fauna invertebrada se utilizará un core de $0,00396 \text{ m}^2$ de área. Se colectarán muestras en cada punto introduciendo el instrumento en el sustrato blando. Se extraerá una columna de sedimento de aproximadamente 10 cm de profundidad la que será preservada con formalina al 10% (2 réplicas por punto de muestreo).

Todas las muestras serán trasladadas al laboratorio en contenedores aislados a temperatura controlada para su posterior análisis. Para la identificación taxonómica se utilizarán los trabajos de Bertrand 1995, Lopretto & Tell 1995, Lugo-Ortiz & McCafferty 1999, Merrit & Cummins 1996, Domínguez *et al.* 2006 y Stark *et al.* 2009.

Finalmente, con los resultados de los análisis se calculará la abundancia total ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$) y riqueza taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos para cada uno de los puntos de muestreo a ser estudiados.

d) Zooplankton

Para la estimación del componente zooplanctónico en cada punto de muestreo se colectarán muestras con una red Nansen. Las muestras serán colocadas en frascos de polietileno de alta densidad de 100 mL de capacidad, preservadas con formalina al 10% y trasladadas al laboratorio en contenedores aislados a temperatura controlada para su posterior análisis, metodología adaptada a partir de Wetzel & Likens (1991).

Para el análisis se examinarán las muestras bajo lupa estereoscópica en una cámara BOGOROW, separando la totalidad de los organismos, identificando y cuantificándolos. Al considerar el volumen filtrado en litros, se estimará la densidad de especies como ind/L . La clasificación de los organismos del zooplankton se realizará según Araya & Zúñiga (1985) y Pennak (1989).

4.2.6 AGUA SUPERFICIAL

Se elaborará un muestreo de seguimiento de la calidad de agua, que contemple al menos un punto de muestreo en cada zona a monitorear (Tabla 4-2). Las actividades de muestreo, medición y análisis de Calidad del Agua y Sedimentos estarán a cargo, según corresponda, de las Entidades de Fiscalización Ambiental (ETFAs). La toma de muestras y preservación de los parámetros de calidad de agua se realizará de acuerdo con las Normas Chilenas NCh411/1. Of 96, NCh411/2. Of 96, NCh411/3. Of 96, NCh411/4. Of 97 y NCh411/6. Of 98. El listado de parámetros y metodologías seleccionados se muestra en la Tabla 4.8.

Se consideran 2 (dos) campañas anuales por 8 (ocho) años, en las temporadas de verano e invierno.

Tabla 4-8. Parámetros de calidad de agua y sedimentos considerados para el monitoreo

Parámetro	Matriz	Método
Alcalinidad total	Agua superficial	QWI-IO-ALC-01 Emision B, mod. 1. SM 2320-A y B Alkalinity. Edition 22st 2012.
Amonio	Agua superficial	PTL-9, basado en STM, Método 4500-NH3 F.
Conductividad eléctrica (<i>in situ</i>)	Agua superficial	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2510 B, 22nd Edition, 2012
Ortofosfato	Agua superficial	QWI-IO-ANA-01 Emisión B mod.2US EPA 300.1. 3ed.4ta act 2011
Fósforo total	Agua superficial	QWI-IO-ANA-02 Emisión B, Modificación 0 EPA METHOD 6020 A - INDUCTIVELY COUPLED PLASMA – MASS SPECTROMETRY
Nitratos	Agua superficial	QWI-IO-ANA-01 Emisión B mod.2US EPA 300.1. 3ed.4ta act 2011
Nitritos	Agua superficial	QWI-IO-ANA-01 Emisión B mod.2US EPA 300.1. 3ed.4ta act 2011
Nitrógeno orgánico total	Agua superficial	Método Kit Fotométrico. Nova 60 Merck
Oxígeno disuelto (<i>in situ</i>)	Agua superficial	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 4500 - O G 22nd Edition, 2012
pH (<i>in situ</i>)	Agua superficial	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 4500-H B, 22nd Edition, 2012
Sólidos totales disueltos	Agua superficial	QWI-IO-SDT-01. Emisión B, modificación 1.SM 2540-C. 22st Edition, 2012.
Sólidos totales suspendidos	Agua superficial	QWI-IO-SST-01. Emisión B, modificación 1.SM 2540 D, 22nd Edition 2012
Temperatura (<i>in situ</i>)	Agua superficial	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 2550 B, 22nd Edition, 2012
Iones mayoritarios		QWI-IO-ANA-01 Emisión B mod.2US EPA 300.1. 3ed.4ta act 2011.
Metales disueltos (*)	Agua superficial	Espectroscopía de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES)

Parámetro	Matriz	Método
Metales disueltos ^(*)	Sedimentos	ILAB-28 Rev. 00 Basado en EPA 3050-B 1996, SM 2012, 3111-B

(*) Los metales disueltos a considerar corresponden a Cu, Fe, Mn, Mo y Al.

4.2.7 SUELOS

Se elaborará un muestreo de suelos inicial durante la primera campaña donde la cantidad de puntos a definir será de al menos 2 por unidad homogénea de suelo, de manera de poder construir un mapa de suelos en el nivel tres o ecosistema de humedal. (Tabla 4-1). Esta caracterización es parte de las variables de sitio donde se ejecutarán las medidas de flora y vegetación.

Para la descripción y toma de muestras de suelo se realizarán calicatas de 1 m x 1 m y profundidad variable, dependiendo de las condiciones del perfil y profundidad de raíces, describiendo las distintas variables tanto superficiales como subsuperficiales que pueda presentar el perfil. La descripción de suelos y la toma de muestras debe tener en cuenta los “criterios de aproximación”, “criterios de definición” y “criterios especiales” ajustándose a la Pauta de Estudio de Suelos (SAG, 2011, rectificación 2016).

- Criterios de aproximación: Profundidad, Pendiente (simple / compleja), Pedregosidad superficial (gravas [2,0 a 7,5 cm de diámetro] y piedras [>7,5 cm de diámetro]) y Drenaje.
- Criterios de definición: Textura, Agua aprovechable (cm c.a.), Pedregosidad subsuperficial (> 2 cm de diámetro), Erosión y Clima (días libres de helada y vientos)
- Criterios especiales: Se considerarán salinidad e inundación.

Para la ejecución del plan de seguimiento se considera la obtención de información referente a salinidad y humedad de suelo, parámetros que serán obtenidos durante las campañas de vegetación (dos veces al año). La medición se deberá realizar a 20 y 40 cm. Esta información debe ser correlacionada con los resultados obtenidos para el componente de vegetación.

Debe tenerse en cuenta que la determinación de salinidad se debe realizar por medio de muestras compuestas, para evitar la alta variabilidad que tiene en sistemas como son los en estudio.

4.2.8 ANÁLISIS DE IMÁGENES SATELITALES PARA MONITOREO DE VEGETACIÓN Y TAMAÑO DE CUERPOS DE AGUA: NDVI y NVM

Para monitorear el vigor de la vegetación y el tamaño de los distintos cuerpos de agua presentes en las áreas de monitoreo, se utilizarán técnicas de teledetección, cabe señalar que esta metodología es una herramienta de apoyo para las definiciones a escala espacial regional y que la información sustancial se obtendrá a partir de los datos obtenidos en campo. La teledetección permite obtener información de la superficie terrestre sin entrar en contacto con ella. Utiliza las propiedades físicas de los objetos observados, en particular sus propiedades ópticas (Bonn, 2001). Se consideran 2 imágenes anuales, en las temporadas de verano e invierno.

Por otro lado, la teledetección engloba todo el proceso que consiste en captar y registrar la energía del espectro electromagnético emitida o reflejada por los objetos, además del tratamiento

y análisis de la información. Asimismo, 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 sirve como apoyo en la gestión y planificación de esquemas de manejo cuando se combina con otro tipo de información. Una de las mayores ventajas de las imágenes teledetectadas radica en la facilidad y rapidez para acceder a información espacial extensa de lugares de difícil acceso, haciendo de la percepción remota una herramienta invaluable para la identificación de diferentes elementos de la superficie terrestre.

En el ámbito de la observación satelital de la superficie terrestre, se utilizarán rangos específicos de radiación denominadas ventanas atmosféricas (Aguilera, 2007), las cuales se clasifican en:

- Visible-infrarrojo cercano (VNIR), entre los 400 y 1000 nanómetros.
- Infrarrojo de onda corta (SWIR), en el rango 1000 a 2500 nanómetros.
- Infrarrojo termal (TIR) entre los 8 y 13 micrómetros.

Corrección atmosférica (IARR)

Previo al procesamiento de las imágenes, se debe ejecutar la corrección atmosférica de ellas. La corrección atmosférica es un proceso que busca mejorar los errores de captura del sensor asociados a las condiciones atmosféricas locales. Para ello, se utilizará el método IARR (Internal Average Relative Reflectance), el cual emplea un desarrollo matemático que disminuye el efecto de la interacción de las moléculas y partículas de la atmósfera (vapor de agua, partículas de polvo, entre otras), sobre la radiación electromagnética captada por el satélite. El procedimiento para lograr esta corrección se basa en determinar un valor espectral promedio para toda la imagen, y dividir cada pixel por este valor, ponderando así, el accionar de la atmósfera en la imagen en cuestión.

NDWI

El índice de Diferencia Normalizada de Agua o NDWI, es un índice que maximiza la reflectancia del agua, usando para ello la banda del Infrarrojo Cercano (IRC) y la absorción de la vegetación y de suelo adyacente de la banda Verde. Los valores bajos (negativos) están asociados a la vegetación y suelo, mientras que los altos (positivos) se consideran agua, lo que permite seleccionar las regiones acuáticas dentro del estudio, asociado a este tipo de imágenes (GAO, 1995; McFeeters, 1996) el cual se presenta en la siguiente formula:

$$NDWI = \frac{\rho_i V - \rho_i IRC}{\rho_i V + \rho_i IRC}$$

Dónde:

V = la reflectancia en el espectro de los verdes (visible) (Banda 2).

IRC = reflectancia en el espectro del infrarrojo cercano (Banda 4).

Una vez calculado el índice NDWI, se aplica el análisis de componentes principales al resultado de este índice. El procedimiento banda NIR tiene como objetivo reducir el ruido de los resultados

del índice y de los valores de la banda 4, de aquellos píxeles que presentan singularidades como lo es, por ejemplo, un gran contenido de vegetación en el agua, que puede arrojar un valor de NDWI fuera de los rangos normales y quedar fuera de la selección final de aquellos píxeles que tienen respuesta espectral de espejo de agua.

Luego de lo referido anteriormente, se lleva a cabo a la vectorización de los resultados y se procede a mejorar el producto del NDVI mediante la edición de las capas a través de procesos de fotointerpretación de las imágenes satelitales. Para facilitar el proceso de edición, se aplican filtros para mejorar la textura y el color de las escenas y de este modo lograr obtener un resultado óptimo en lo que refiere a las superficies de los cuerpos de agua. Luego de esto, se calculan las superficies y se realiza la representación cartográfica de los resultados en el software ARCGIS.

NDVI

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada o NDVI en inglés (Normalized Difference Vegetation Index) es una herramienta que se utiliza para discriminar las superficies cubiertas por vegetación fotosintéticamente activa. El intervalo de los valores del NDVI varía entre -1 y +1, correspondiendo los píxeles con valores de tendencia +1 la vegetación más activa, mientras que los que tienden a -1 definen elementos como el agua, el suelo sin vegetación o la vegetación de menor actividad fotosintética. La ejecución de NDVI se hizo en el módulo de matemática de bandas en la plataforma ENVI 4.4 mediante la expresión:

$$NDVI = \frac{bNIR - bR}{bNIR + bR}$$

Donde:

bNIR representa el rango espectro o banda del infrarrojo cercano y bR a la banda del rojo.

Posteriormente, se convierte el resultado ráster a capas vectoriales para efectuar el cálculo de áreas. La importancia de tener material de raster y su posterior análisis es que permite tener información espacialmente explícita y continua, lo cual es una herramienta de seguimiento ampliamente utilizada a nivel mundial. La información referente a los tamaños de los componentes es fundamental para su diagnóstico, ya que existen por ejemplo relaciones área perímetro que pudiesen dar cuenta de vulnerabilidad de estos ecosistemas.

Los resultados de los análisis deberán tener corrección en campo con el uso de GPS geodésico mediante parcelas de control, utilizando espectro radiómetro de campo para la calibración de la imagen en función de la reflectividad de los cuerpos de agua, suelo y vegetación, lo que permitirá la definición de los rangos de los índices obtenidos en gabinete con su correspondiente dato de verificación.

Para la rectificación de campo se deberá realizar una Matriz de Confusión con la cual se calculará la fidelidad total del mapa y los errores por omisión y comisión de cada objeto o superficie detectada. Para determinar la bondad de ajuste de los resultados se utilizará el índice de concordancia de Kappa (K), el cual debe tener un valor K mayor a 0,8. Su aplicabilidad es para variables como las identificadas anteriormente: cuerpos de agua, suelo (ejemplo: salinidad) y vegetación. El uso para otro tipo de variables (por ejemplo, riqueza de fauna) no es conducente para la aplicación del índice de concordancia de Kappa.

4.2.9 CAUDAL

El aforo corresponde a la medición del caudal (Q), el cual se define como el volumen de agua que pasa por una sección de cauce en un determinado tiempo. Para realizar los aforos, se empleará el método del tipo área (A) – velocidad (v), donde a través de la medición de estas dos variables es posible calcular el caudal ($Q = v \cdot A$, ver Figura 4-2), método considerado adecuado para cauces de bajo caudal asociados a quebradas, cursos de agua intermitentes y pequeños cursos de bajo caudal pasante.

La velocidad será medida a través de un correntómetro (el cual puede ser digital o análogo). Este es un instrumento que tiene una hélice o rueda de cazoletas, la cual gira al introducirla en una corriente de agua, y donde la velocidad de rotación es proporcional a la velocidad de la corriente. El correntómetro de tipo digital entrega directamente la velocidad medida en una pantalla, a diferencia de los equipos análogos, en el que una señal acústica es generada a intervalos de tiempo y en relación a la velocidad de la corriente, con lo cual es posible determinar la velocidad de la corriente tras aplicar una ecuación específica del equipo. Las áreas serán estimadas a partir de medición de profundidades a lo ancho del cauce (Figura 4-2).

$$Q = \sum V_i D_i \Delta w_i$$

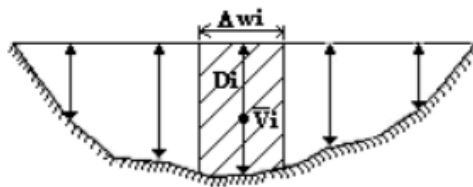


Figura 4-. Representación de medición de caudal, a través de método área-velocidad. Fuente: McPhee, 2013

Se consideran 2 (dos) campañas anuales por 8 años, en las temporadas de verano e invierno. Adicionalmente, para poder calibrar una curva de descarga y obtener la variabilidad del caudal, el oferente deberá incorporar la instalación de un sensor de presión en cada una de las secciones de aforo.

Los puntos propuestos de medición de caudales se indican en la tabla a continuación. Estos deberán ser ajustados en terreno de modo de escoger las secciones adecuadas para la medición.

Tabla 4-9. Ubicación de puntos de medición de caudales propuestos

Sector	Punto	Coordenada WGS84 H19	
		Este [m]	Norte [m]
Salar de Pedernales	C1	477378	7088124
Salar La Laguna	C2	501432	7101566
Río La Ola	C3	495317	7065301
Quebrada Leoncito	C4	500873	7065290
Salar Piedra Parada	C5	520605	7088802
	C6	526110	7088043
	C7	528595	7086003
Quebrada Ciénaga	C8	464571	7054682
Quebrada Pastos Largos	C9	478029	7045043
Quebrada Río Negro	C10	506647	7037111
Quebrada Tinajas	C11	473054	7060378
Quebrada Tordillos	C12	478520	7058591
Quebrada Vertiente 2	C13	507186	7031621
Quebrada El Colorado	C14	468188	7060967

5 APORTES DE LAS PARTES PARA LA EJECUCIÓN DE LOS SERVICIOS

5.1 APORTES DE CODELCO

Los aportes de CODELCO para la ejecución de los servicios serán los siguientes:

- Revisión de caminos habilitados, de modo de permitir la ejecución de las actividades.
- Comunicación y relacionamiento con las comunidades que sea requerido, de modo de permitir la ejecución de las actividades.
- Información secundaria, tal como informes del EIA, informes obtenidos del proceso de avenimiento. Esta información deberá ser entregada en formatos editables y para el caso de tablas se sugiere la entrega de tablas Excel y GDB. Para la cartografía se deberá entregar la información en formato SHP y KMZ.

5.2 APORTES DEL CONTRATISTA

Por su parte, los aportes del Contratista para la ejecución de los servicios serán todos aquellos que se requieran para la correcta, completa y oportuna prestación de los mismos, incluyendo, pero sin limitarse a, los siguientes:

- Equipamiento completo de seguridad en terreno para el personal.
- Movilización del personal que cumpla con los estándares de seguridad de Codelco en cuanto a trabajos en alta cordillera.
- Equipos de comunicación en terreno, que permitan comunicación con CODELCO.
- Medidas de control para Covid-19 para personal, tanto en las actividades de terreno como las actividades de laboratorio donde se analicen las muestras.
- Autorizaciones que resultaren necesarias para la ejecución de los servicios.

Atendida la naturaleza del Contrato y el conocimiento experto del Contratista, éste deberá considerar, como consecuencia de la responsabilidad de cada parte de sus actos propios, todos los aportes que sean necesarios para ejecutar los trabajos o prestar los servicios que se le encargan en este Contrato, aunque eventualmente algunos pudieran haberse omitido en las presentes Bases o en la propia Propuesta del contratista.

Toda la maquinaria, instalaciones de apoyo, elementos y/o equipos utilizados por el contratista para el desarrollo de los Servicios contratados, deberán cumplir con todas las prescripciones exigidas por la normativa legal correspondiente.

5.3 USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS APORTADOS

El contratista deberá implementar una política de uso eficiente de los recursos acorde con los principios de Codelco.

En consecuencia, todo consumo unitario o específico de recursos que exceda lo razonable, deberá ser asumido por el contratista cuando la causa se deba a deficiencias en la prestación de sus servicios u otra causa de su responsabilidad. El contratista podrá excluirse de tal responsabilidad acreditando que el aumento de consumo de los recursos se debe a una causa ajena a su responsabilidad o a fuerza mayor, en cuyo caso los costos asociados serán de cargo de Codelco. Este último podrá instruir una investigación a objeto de verificar los antecedentes presentados por el Contratista.

6 PERSONAL TÉCNICO REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DEL SERVICIO

Será responsabilidad del Contratista proveer el personal calificado y necesario para el fiel y oportuno cumplimiento del Servicio, debiendo cumplir como mínimo con las exigencias que se indican en las tablas siguientes, y contar con una salud compatible con dicho cargo.

a) Administrador de contrato

Nombre del cargo	Administrador de contrato
Función y responsabilidades	Encargado del desarrollo administrativo de la medida, cuyas funciones son establecer la comunicación entre el equipo de trabajo y CODELCO, manteniendo flujos de información. Organización y ejecución de campañas de terreno. Revisar y hacerle seguimiento a los hitos y entregables dispuestos en los presentes TDR.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Jornada parcial. • Condiciones lugar de trabajo: Oficina
Nivel de Estudios	Profesional de las ciencias o de la ingeniería con especialización en administración de contratos, dentro de sus estudios regulares o postítulo.
Años de experiencia	General: 7 años de experiencia en administración de contratos. Específica: 5 años de experiencia en la administración de contratos por servicios ambientales.

b) Asesor senior

Nombre del cargo	Asesor senior
Función y responsabilidades	Encargado del desarrollo del plan de seguimiento multiescalado, cuyas funciones son definir todas las fases del desarrollo del seguimiento multiescalado. Mantener la calidad de lo ofertado, asegurando el cumplimiento de metas.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Jornada parcial. • Condiciones lugar de trabajo: Oficina / incluye visitas a terreno periódicas (al menos trimestral)
Nivel de Estudios	Licenciado en ciencias o titulado de carrera afín, valorándose de manera adicional el contar con un postítulo, Magíster y/o Doctorado en las materias de los presentes TDR.
Años de experiencia	General: a lo menos 15 años de experiencia en estudios con experiencia en humedales y en particular en humedales altoandinos. Específica: 10 años de experiencia en el desarrollo de estudios/investigación, en ecosistemas andinos, humedales y salares, en particular asimilables a los presentes TDR.

c) Asesor senior en ecosistemas y vegetación

Nombre del cargo	Asesor senior Ecosistemas y vegetación
Función y responsabilidades	Encargado de estudio con conocimiento en humedales altoandinos, cuyas funciones son definir todas las fases del desarrollo del estudio. Mantener la calidad de lo ofertado, asegurando el cumplimiento de metas.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Jornada parcial. • Condiciones lugar de trabajo: Oficina / Terreno
Nivel de Estudios	Licenciado en ciencias o titulado de carrera afín, valorándose de manera adicional el contar con un postítulo, Magíster y/o Doctorado en las materias de los presentes TDR.
Años de experiencia	General: a lo menos 15 años de experiencia en estudios con experiencia en ecosistemas y vegetación. Específica: 5 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de estudio de ecosistemas andinos y vegetación en especial humedales y salares.

d) Asesor senior en fauna

Nombre del cargo	Asesor senior fauna
Función y responsabilidades	Encargado de estudio con conocimiento en fauna Cuyas funciones son definir todas las fases del desarrollo del estudio de aquellos aspectos relacionados con fauna silvestre. Mantener la calidad de lo ofertado, asegurando el cumplimiento de metas.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Jornada parcial. • Condiciones lugar de trabajo: Oficina / Terreno
Nivel de Estudios	Licenciado en ciencias o afín, valorándose de manera adicional el contar con un postítulo, Magíster y/o Doctorado en las materias de los presentes TDR.
Años de experiencia	General: a lo menos 15 años de experiencia en estudios con experiencia en fauna silvestre. Específica: 10 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de estudio de fauna silvestre de humedales y salares.

e) Asesor senior en ecosistemas de aguas continentales

Nombre del cargo	Asesor senior Ecosistemas de aguas continentales
Función y responsabilidades	Encargado de estudio con conocimiento en humedales altoandinos, cuyas funciones son definir todas las fases del desarrollo del estudio. Mantener la calidad de lo ofertado, asegurando el cumplimiento de metas.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Jornada parcial. • Condiciones lugar de trabajo: Oficina / Terreno
Nivel de Estudios	Licenciado en ciencias o titulado de carrera afín, valorándose de manera adicional el contar con un postítulo, Magíster y/o Doctorado en las materias de los presentes TDR.
Años de experiencia	General: a lo menos 15 años de experiencia en estudios con experiencia en ecosistemas de aguas continentales. Específica: 10 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de estudio de ecosistemas andinos en especial humedales y salares.

f) Asesor senior en calidad de agua y sedimentos

Nombre del cargo	Asesor senior calidad de agua y sedimentos
Función y responsabilidades	Encargado de estudio con conocimiento en calidad de agua y sedimentos en humedales altoandinos, cuyas funciones son definir todas las fases del desarrollo del estudio. Mantener la calidad de lo ofertado, asegurando el cumplimiento de metas.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Jornada parcial. • Condiciones lugar de trabajo: Oficina / Terreno
Nivel de Estudios	Licenciado en ciencias o titulado de carrera afín al propósito del estudio, valorándose de manera adicional el contar con un postítulo, Magíster y/o Doctorado en las materias de los presentes TDR.
Años de experiencia	General: 10 años de experiencia en estudios de calidad de agua y sedimentos de aguas continentales. Específica: 5 años de experiencia en el desarrollo de proyectos de estudio en calidad de agua y sedimentos de aguas en ecosistemas andinos en especial humedales y/o salares.

g) Asesor senior en suelos e hidrología

Nombre del cargo	Asesor senior suelos e hidrología
Función y responsabilidades	Encargado de estudio con conocimiento en suelos e hidrología, cuyas funciones son definir todas las fases del desarrollo del estudio. Mantener la calidad de lo ofertado, asegurando el cumplimiento de metas.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Jornada parcial. • Condiciones lugar de trabajo: Oficina / Terreno
Nivel de Estudios	Licenciado en ciencias o titulado de carrera afín, valorándose de manera adicional el contar con un postítulo, Magíster y/o Doctorado en las materias de los presentes TDR.
Años de experiencia	General: a lo menos 15 años de experiencia en estudios con experiencia en las componentes de suelo e hidrología Específica: 5 años de experiencia en el desarrollo de proyectos y estudios en las componentes de suelo e hidrología, en ecosistemas andinos en especial humedales y/o salares.

h) Jefe de terreno

Nombre del cargo	Jefe de terreno
Función y responsabilidades	Dirección y ejecución de actividades de muestreo en terreno, cuyas funciones son la correcta ejecución de la medida y toma de datos. Mantener la calidad de las actividades y el correcto desempeño del trabajo de los especialistas a cargo.
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Definida según duración de la campaña de terreno. • Condiciones/lugar de trabajo: Terreno
Nivel de Estudios	Biólogo, Ingeniero Forestal, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Ambiental o titulado de carrera afín.
Años de experiencia	General: 15 años de experiencia en la ejecución de medidas de monitoreo. Específica: 5 años de experiencia en el desarrollo de prospecciones y monitoreos de humedales u otros ecosistemas.
Otros requisitos específicos {licencias, permisos, etc}	Licencia de conducir y manejo de vehículos 4x4.

Además del equipo anteriormente indicado, se deberá contar con especialistas (al menos uno) para cada componente (estaciones meteorológicas, fauna, flora y vegetación, biota acuática, calidad de agua y sedimentos, geomática, hidrología).

Especialistas de terreno

Por cada especialista que se proponga se debe identificar y entregar la siguiente información.

Nombre del cargo	Especialista
Función y responsabilidades	Ejecución de actividades de muestreo en terreno, cuyas funciones son la correcta toma de datos (flora, fauna, calidad de agua y sedimento, geomática, SIG, biota acuática, según corresponda).
Condiciones y características del Cargo	• Jornada/Turno: Definida según duración de la campaña de terreno. • Condiciones/lugar de trabajo: Terreno
Nivel de Estudios	Biólogo, Licenciado en Ciencias, Ingeniero Forestal, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Ambiental o titulado de carrera afín. Se valorará de manera adicional a los profesionales con estudios de postítulo.
Años de experiencia	General: 7 años de experiencia profesional. Específica: 5 años de experiencia en terreno para la componente que corresponda.

Una vez adjudicado el Contrato, cualquier cambio del personal propuesto por el prestador de servicios deberá ser informado a Codelco previamente a la contratación del nuevo trabajador o profesional. Las diferencias que se produzcan entre los perfiles técnicos del nuevo personal propuesto y el personal técnico señalado en su propuesta, deberán ser aprobadas por Codelco. En este sentido, las partes acordarán las condiciones para el cierre de dichas brechas, de forma tal que se asegure la calidad de los recursos definidos para el contrato.

Este procedimiento será también aplicable en caso que se requiera incorporar personal que necesite de capacitación para el cumplimiento de las labores del servicio, en cuyo caso el contratista deberá presentar el plan de validación de competencias.

7 ENTREGABLES

Se considera la entrega de un informe mensual, el cual deberá incorporar los avances de actividades, el cual debe contener:

- a) Nómina y cargo del personal que participó en el mes.
- b) Actividades realizadas en el mes.
- c) Porcentaje de avance por actividad (con respecto a lo proyectado).
- d) Hallazgos relevantes.
- e) Proyección de trabajos próximos meses.

Los Informes anuales contendrán los contenidos base de un Informe de Seguimiento Ambiental. Los informes de seguimiento de cada una de las variables ambientales, debe considerar la siguiente estructura, según corresponda:

- a) Resumen
- b) Introducción
- c) Objetivos
- d) Materiales y métodos
- e) Resultados
- f) Discusiones
- g) Conclusiones
- h) Referencias
- i) Anexos

El reporte anual deberá ser entregado a más tardar la última semana de abril de cada año, para revisión y validación de Codelco, de modo que su avance pueda incluirse en el reporte correspondiente de junio de cada año que Codelco debe entregar al CDE. Dicho informe, en la medida que pasen los años, debe reflejar los resultados de las temporadas anteriores (evolución de las variables).

El oferente deberá entregar una Carta Gantt con las fechas de terreno y la emisión de informes al titular de los estudios, los cuales deberán ser proporcionados a los 45 días posteriores al término de campaña.

Información para publicación en página Web

El oferente deberá desarrollar información gráfica, didáctica y de fácil entendimiento vinculada al presente Estudio, con el objetivo de difundirla en la página Web que Codelco tendrá para tales efectos.

8 CONTROL DE AVANCE

Los controles de avances serán evaluados con los informes mensuales, así como también a través de reuniones solicitadas por CODELCO, el cual establecerá de manera interna los hitos que deberán cumplir el oferente.

9 PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO

El servicio tiene como plazo de ejecución 8 años a contar del 1er semestre 2025 o al tercer mes en la cual la Planta de Osmosis Inversa de Montandón asociada al Proyecto Rajo Inca entre en operación (fecha estimada de este hito es el 1er semestre 2023) cualquiera de estos dos hitos ocurra primero.

10 NORMAS ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

Los Servicios deberán cumplir con toda la normativa y legislación vigente. La normativa interna, se explicita a continuación.

10.1 NORMATIVA INTERNA

- Reglamento Especial para la Implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para Empresas Contratistas y Subcontratistas de Codelco (RESSO).
- Reglamento Especial de Gestión Ambiental y Territorial para Empresas Contratistas y Subcontratistas de Codelco (REMA).

11 EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS

El servicio será evaluado periódicamente, según se haya establecido en el método de evaluación del servicio, siguiendo las directrices del instructivo corporativo, el cual se resume en la siguiente pauta de evaluación:

Aspecto	Sub Aspecto 1er nivel	Sub Aspecto 2do nivel	Evaluación	Descripción de la Evaluación
1. Administrativo (Legal, Financiero y RRL)	1.1 Cumplimiento obligaciones laborales y previsionales	Cumplimiento oportuno de sus obligaciones laborales y previsionales, y pago de los beneficios trimestrales.	Cumple	Sin atraso en la presentación de cualquiera de los documentos de un mes calendario en el estado de pago respectivo.
			No Cumple	Con atraso en la presentación de uno o más documentos de un mes calendario en el estado de pago respectivo.
	1.2 Vigencia de garantías y seguros	-	Cumple	Entrega dentro del plazo establecido por el área de Abastecimiento
			No Cumple	Entrega fuera del plazo establecido por el área de Abastecimiento

Estudio de Seguimiento de Dinámicas Ecosistémicas de SVAHT
 CONTRATOS DE SERVICIOS CODELCO
 03 Mayo 2022

Aspecto	Sub Aspecto 1er nivel	Sub Aspecto 2do nivel	Evaluación	Descripción de la Evaluación
2. Operacional	2.1 Control de avance y desviación presupuestaria	Avance	Cumple	Sin atraso en el avance, presentado en fecha el informe mensual de gestión del contrato.
			No Cumple	Con atraso en el avance, presentado en fecha en el informe mensual de gestión del contrato.
		Rendimiento Presupuestario	Cumple	0% desviación presupuestaria.
			No Cumple	Con desviación presupuestaria.
	2.2 Cuidado de los recursos aportados por Codelco	-	Cumple	Cumple con el cuidado de los recursos aportados por Codelco, de acuerdo a lo indicado en el informe mensual de gestión del contrato aprobado por el Administrador de Contrato Codelco.
			No Cumple	No Cumple con el cuidado de uno o más de los recursos aportados por Codelco, de acuerdo a lo indicado en el informe mensual de gestión del contrato aprobado por el Administrador de Contrato Codelco.
	2.3 Aporte de recursos especificados en el contrato	-	Cumple	Cumple 100% con el aporte de los recursos comprometidos en el contrato, de acuerdo con la visación del Administrador de Contrato Codelco.
			No Cumple	No cumple con uno o más de los aportes de recursos comprometidos en el contrato, de acuerdo con la visación del Administrador de Contrato Codelco.

Aspecto	Sub Aspecto 1er nivel	Sub Aspecto 2do nivel	Evaluación	Descripción de la Evaluación
3. Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente	3.1 Cumplimiento de Planes de Prevención de Riesgos (PPR) o del Reglamento Especial de Seguridad y Salud Ocupacional (RESSO)	-	Cumple	Cumple 100% con los planes de prevención de Riesgos o del RESSO.
			No Cumple	No cumple con uno o más antecedentes del plan de prevención de Riesgos o del RESSO.
	3.2 Cumplimiento del Plan de Prevención Ambiental (PPA) o del Reglamento Especial de Gestión Ambiental y Territorial para Empresas Contratistas y Subcontratistas de Codelco (REMA)	-	Cumple	Cumple 100% con el plan de prevención ambiental o del REMA.
			No Cumple	No cumple con uno o más antecedentes del plan de prevención ambiental o del REMA.
	3.3 Seguridad y Salud Ocupacional	-	Cumple	Cumple 100% plenamente con las normas legales y corporativas de seguridad y salud ocupacional.
			No Cumple	No cumple plenamente con las normas legales y corporativas de seguridad y salud ocupacional.

12 REFERENCIAS

- Araya J. & L. Zúñiga (1985). Manual taxonómico del zooplancton lacustre de Chile. Boletín Informativo Limnológico, Valdivia, Chile. Nº 8.110 pp.
- Benoit, I. (ed.). (1989). Libro rojo de la flora terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal de Chile.
- Bertrand, H. (1995). Les insectes aquatiques d'Europe. Encyclopédie Entomologique. Volume II: Trichoptères, Lepidoptères, Diptères, Hyménoptères. Paul Lechevalier Editeur (Paris). 543 pp.
- Bonn, F. (2001). Objectif Terre. Depuis les satellites, une meilleure information pour contribuer à sauver les sols de notre planète. Liaison énergie francophonie, 34-39.
- Cabello, J. (2008). Funcionamiento ecosistémico y evaluación de prioridades geográficas en conservación. Ecosistemas, 53-63.
- Decreto Supremo Nº 151/2006. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 24 de marzo de 2007.
- Decreto Supremo Nº 50/2008. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 30 de junio de 2008.
- Decreto Supremo Nº 51/2008. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 30 de junio de 2008.
- Decreto Supremo Nº 23/2009. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 07 de mayo de 2009.
- Decreto Supremo Nº 33/2011. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, quinto proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario Oficial, 27 de febrero de 2012.
- Decreto Supremo Nº 41/2011. Aprueba y oficializa clasificación de especies, según su estado de conservación, sexto proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario Oficial, 11 de abril de 2012.
- Decreto Supremo Nº 42/2011. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, séptimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario Oficial, 11 de abril de 2012.
- Decreto Supremo Nº 19/2012. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, octavo proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario Oficial, 11 de febrero de 2013.
- Decreto Supremo Nº 13/2013. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, noveno proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario Oficial, 25 de julio de 2013.

Decreto Supremo N° 52/2014. Aprueba y oficializa nómina para el décimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile. Diario Oficial, 29 de agosto de 2014.

Decreto Supremo N° 38/2015. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, undécimo proceso. Ministerio del Medio Ambiente. Diario Oficial, 04 de diciembre de 2015.

Decreto Supremo N° 16/2016. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo segundo proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Diario Oficial, 30 de septiembre de 2016.

Decreto Supremo N° 06/2017. Aprueba y oficializa clasificación de especies según su estado de conservación, décimo tercer proceso. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Diario Oficial, 02 de junio de 2017.

Decreto Supremo N° 79/2018. Aprueba y oficializa clasificación de especies silvestres según su estado de conservación, décimo cuarto proceso. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Diario Oficial, 02 de agosto de 2018.

Decreto Supremo N° 23/2019. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo quinto proceso. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Diario Oficial, 10 de julio de 2020.

Decreto Supremo N° 16/2020. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, décimo sexto proceso. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Diario Oficial, 27 de octubre de 2020.

Decreto Supremo N° 44/20219. Aprueba y oficializa clasificación de especies según estado de conservación, decimoséptimo. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Diario Oficial, 30 de diciembre de 2020.

Demangel D (2016). Reptiles en Chile. Fauna Nativa ediciones. Chile 619pp Domínguez E. & H.R. Fernández (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina, 656 pp.

Domínguez E., Molineri, C., Pescador, M.L., Hubbard, M.D & C. Nieto. (2006). Ephemeroptera of South America. In: Adis, J., Arias, J.R., G. Rueda-Delgado & Wantzen, K.M. (Eds.): Aquatic Biodiversity of Latin America (ABLA). Vol. 2. Sofia-Moscow: Pensoft. 646 pp.

Egli G. (1998). Voces de la Fauna Chilena. (Compact Disc).

Egli G. (2002). Voces de aves chilenas (Compact Disc).

Ellenberg, D. & D. Mueller-Dombois. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, Inc., Nueva York. 547 p.

Gao (1995). Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space. Proceedings of SPIE 2480. GMA (Gestión y Monitoreo Ambiental Consultores). s/a. Caracterización biológica general y definición de metodologías de monitoreo para su seguimiento en el sitio prioritario de la biodiversidad salar de pedernales y sus alrededores, Región de Atacama, pp. 36-37.

Hernández, J. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y Vegetación. 37 p.

Iriarte A. (2008). Mamíferos de Chile. Lynx ediciones, Barcelona.

Jaramillo A. (2005). Aves de Chile. Lynx ediciones, Barcelona, 240 pp.

Krammer K. & H. Lange-Bertalot (1986-1991). Bacillariophyceae 1 (1986): 976 pp; Bacillariophyceae 2 (1988): 610 pp.; Bacillariophyceae 3 (1991): 576 pp.; Bacillariophyceae 4 (1991); 436 pp. En: Ettl, H. et al. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa, G. Fischer, Jena.

Lange-Bertalot H (2001). Diatoms of Europe. Navicula sensu stricto 10 Genera Separated from Navicula sensu lato. Frustulia. Lange Bertalot ed. 526 pp.

Lobos G., M. Vidal, C. Correa, A. Labra, H. Díaz-Páez, A. Charrier, F. RabanaL, S. Díaz & C. Tala (2013). Anfibios de Chile, un desafío para la conservación. Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile y Red Chilena de Herpetología. Santiago. 104 p

Lopretto E.C. & G. Tell (1995). Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur, República Argentina.

Lugo-Ortiz CR & WP McCafferty (1999). Three new genera of small minnow mayflies (Insecta Baetidae) from the Andes and Patagonia. Stud. Neotrop. Fauna & Environ. 34: 88-104.

Martínez G. & G. González. (2017). Aves de Chile: Guía de campo y breve historia natural. Ediciones del naturalista, Santiago, Chile. 538pp

McFeeters S.K (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, 17(7), 1425- 1432.

McPhee, (2013). Guía de aforos en canales abiertos y estimación de tasas de infiltración.

Mella J., J. Simonetti, A. Spotorno & L. Contreras. (2002). Mamíferos de Chile. En: Diversidad y conservación de los mamíferos Neotropicales. Ceballos G. & J. Simonetti Editores. CONABIO-UNAM, México, 582 pp.

Merritt R.W. & K.W. Cummins (1996). An introduction to the Aquatic Insect of North America. Third Edition. Kendall / Hunt Publishing Company. 862 pp.

Muñoz-Pedreros, A & J Yáñez (2000). Mamíferos de Chile. CEA Ediciones, Valdivia.

Mueller-Dombois D. y Ellenberg H. (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley Internacional. United States of America.

Pereira, I. & O. Parra. (1984). Algas filamentosas dulceacuícolas de Chile I. Algas bentónicas de la Región de Concepción. Gayana Bot. 41 (3/4): 201-224.

Ramirez G & D Pincheira-Donoso (2005). Fauna del altiplano y desierto de Atacama. Vertebrados de la Provincia de El Loa. Phrynosaura Ediciones, Calama. 395 pp.

Rivera, P. (1983). A Guide for References and Distribution for the Class Bacillariophyceae in Chile between 18°28'S and 58°S. Bibliotheca Diatomologica. Volumen 3. 386 pp.

Rodriguez, Roberto, Marticorena, Clodomiro, Alarcón, Diego, Baeza, Carlos, Cavieres, Lohengrin, Finot, Víctor L., Fuentes, Nicol, Kiessling, Andrea, Mihoc, Maritza, Pauchard, Aníbal, Ruiz, Eduardo, Sanchez, Paulina, & Marticorena, Alicia. (2018). Catalogue of the vascular plants of Chile. Gayana. Botánica, 75(1)

Round F.E., Crawford, R.M. & D.G. Mann (1996). The Diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 735 pp.

Rumrich U., Lange-Bertalot, H. & M. Rumrich (2000). Iconographia Diatomológica 9. Diatomeen der Anden von Venezuela bis Patagonien/ Tierra del Fuego. LangeBertalot ed.). 671 pp.

SAG (2006). La Ley de Caza y su reglamento. Departamento de Protección de los Recursos Naturales Renovables. Santiago de Chile, 96 pp.

SAG (2012a). Documento General Guía para Evaluación de Línea Base Componente Fauna Silvestre D-PR-GA-009. 50 pp.

SAG (2012b). Guía de evaluación ambiental: Componente fauna silvestre D-PR-GA-03.

SEA- Servicio de Evaluación Ambiental (2015). Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Editada por el Servicio de Evaluación Ambiental. 97pp.

SAG -Servicio Agrícola y Ganadero (2016). Guía de evaluación ambiental: Componente fauna silvestre D-PR-GA-01.

Simonsen, R. (1987). Atlas and Catalogue of the Diatom Types of Frederich Hustedt, vol: 1, 525 pp., vol: 2, 597 pp. y vol: 3, 619 pp. J. Cramer, Gerbrüder Borntraeger Berlin - Stuttgart.

Soto, E.R., Sallaberry, M., Nuñez, J.J. & Méndez, M.A. (2008). Desarrollo larvario y estrategias reproductivas en anfibios. En: Herpetología de Chile (Eds. Vidal, M.A. & A. Labra), pp. 333- 357. Science Verlag, Santiago.

Stark, B.P, Froehlich, C. & M. del C. Zuñiga. (2009). South American Stoneflies (Plecoptera). In: Adis, J., Arias, J.R., Golovatch, S. Wantzen, K.M. & G. Rueda-Delgado (Eds.): Aquatic Biodiversity of Latin America (ABLA). Vol. 5. Sofia-Moscow: Pensoft. 154 pp.

Taylor JC., W.R. Harding & C.G.M. Archibald (2007) A method manual for the collections, preparation and analysis of Diatomen samples. Report to the Water Research Commission. Pretoria, South Africa, 60 pp.

Veloso A & J Navarro (1988). Lista Sistemática y Distribución Geográfica de Anfibios y Reptiles de Chile. Bull. Mus. Reg. di Sci. Nat. Torino, 6 (2). 481-539

Vidal M & A Labra. 2008. Herpetología de Chile. Science Verlag. 593 pp. Wetzel R. & G. Likens (1991) Limnological Analyses (Segunda edición). Springer-Verlag, New York USA.

Wetzel, R.G. and Likens, G.E. (1991) Limnological Analysis. 2nd Edition, Springer Verlag, New York.

Zuloaga, F. & Morrone, O. & Belgrano, Manuel. (2008). Catálogo de Las Plantas Vasculares Del Cono Sur: (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay).