

CH-FC
Ambientol
1499
1



**FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE PREGRADO**

**ANALISIS DE LAS LÍNEAS BASE DE BIODIVERSIDAD REALIZADAS EN LOS
ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) y DECLARACIONES DE
IMPACTO AMBIENTAL (DIA) DE LAS DIVISIONES ANDINA Y EL TENIENTE
DE CODELCO**



Seminario de Título
Entregado a la
Universidad de Chile
En cumplimiento parcial
de los requisitos para optar al título de
Bióloga Ambiental

Andrea Wertheim Rotman

Marzo - 2013

Santiago – Chile

Directora Seminario de Título:

Sra. María Paz Correa

Co – Director:

Dr. [C]. Tonci Tomic

Patrocinador:

Dr. Manuel Contreras

ESCUELA DE PREGRADO – FACULTAD DE CIENCIAS – UNIVERSIDAD DE
CHILE



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la Srta. Andrea Wertheim Rotman

ANÁLISIS DE LAS LÍNEAS BASE DE BIODIVERSIDAD REALIZADAS EN LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) Y DECLARACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA) DE LAS DIVISIONES ANDINA Y EL TENIENTE DE CODELCO

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Bióloga Ambiental


Sra. María Paz Correa

Directora Seminario de Título

Comisión de Evaluación

Dr. (a) 

Presidente Comisión

Dr. (a) 

Evaluador 



Santiago, Marzo de 2013

Dedicatoria

**Para todos los biólogos ambientales que quieren aplicar la ciencia al
desarrollo sustentable.**



Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a Codelco, por sobre todo a la Gerencia de Medio Ambiente y Comunidad que me dieron la posibilidad de realizar mi seminario de título dentro de la organización. Quiero hacer una mención especial a María Paz Correa, la directora de este seminario que confió en mí y ha valorado el trabajo realizado. En segundo lugar quiero dar las gracias a Tonci Tomic, que, además de ser el co-tutor de este seminario fue quien en primer lugar buscó una posibilidad para mí en Codelco.

Por supuesto debo mencionar a quienes me acompañaron estos meses día a día en la oficina y me ayudaron en cuanto pudieron para hacer mi estadía más grata, compartiendo los almuerzos y los buenos días cada día: Danilo Mena, Paul Maidstone, Paulina San Martín y Belén Mendiburu. Debo hacer una mención especial a Pedro Gutiérrez, quien me ayudó mucho en el trabajo relacionado con GIS, me tuvo paciencia y yo a él para que esto saliera de la mejor forma posible.

Quiero mencionar también a quienes estuvieron, han estado y espero seguirán estando a mi lado dándome consejos, conteniéndome y soportándome, sobre todo en algunos periodos de la tesis: Fabiola Peña, quien ha sido una incondicional conmigo y me ha ayudado siempre a llevar mis ideas desde el plano de la imaginación al concreto. Lonnie Vega, mi amor, que me ha apoyado y ha sido comprensivo frente a mi falta de tiempo y mal humor. Y Lilian Wertheim, mi mamá, que lo es todo para mí, y que si no fuese por ella tal vez esta historia no se estaría escribiendo de esta forma.

Debo hacer una mención especial a mis amigos, Patricia Ramírez, María Eugenia Ramírez, Rossana Reyes, Javiera Pantoja Pablo Negrete, Nestor González, Eduardo Bignon y Ariel Valdés con los que compartí maravillosos años en la universidad, donde lo pasamos muy bien y sufrimos. También están esos amigos de la vida: Matías González, Mariana González, Isabel Izquierdo, Constanza Bayas y Masiel Cerón, que han sido siempre parte importante de mi vida.

Biografía



Andrea nació en Quito, Ecuador el 20 de Mayo de 1986. Allí vivió hasta los 4 años, momento en que su familia regresó a Chile, y se acercó en Santiago. Acá realizó sus estudios escolares en el colegio Internacional SEK-Chile. Durante su periodo escolar practicó diversas actividades deportivas y artísticas, dentro de las que destacan la gimnasia rítmica, la pintura al óleo y el violín; También participó activamente en las obras de teatro del colegio y en los talleres de actuación. Los dos últimos años de enseñanza media fue parte del Bachillerato Internacional, donde pudo profundizar sus estudios en arte, historia universal, biología, física y matemática.

Al momento de decidir su futuro profesional primero se inclinó por las artes y humanidades, pero fue en su viaje a las Islas Galápagos que despertó su interés por la conservación y el estudio de la naturaleza, llevándola finalmente a elegir la facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, como su lugar de estudios universitarios.

Durante los años de universidad descubrió la escalada deportiva, deporte que hasta hoy practica activamente, también se perfeccionó en otros idiomas: inglés y alemán.

Actualmente trabaja en temas ambientales asociados a la minería y continúa sus estudios en la Pontificia Universidad Católica en el diplomado de Gestión Ambiental.

Resumen

Este seminario de título es un análisis de las líneas de base de biodiversidad incluidos en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) Y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) de las Divisiones Andina y El Teniente de Codelco, considerando el periodo entre 1995 y 2011.

Un EIA es un estudio previo a la realización de un proyecto de envergadura, calificado según la ley 19.300, que debe considerar diferentes aspectos del lugar de emplazamiento, tanto físico, humano y biológico, de este último destaca la línea de base de biodiversidad, que incluirá una descripción y análisis de la biota, pormenorizando, entre otros, la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas existentes, enfatizando en aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación.

Para el desarrollo de este seminario se trabajó con los Estudios de Impacto Ambiental y/o Declaraciones de Impacto Ambiental aprobadas de las Divisiones Andina y El Teniente, específicamente con las líneas de base de biodiversidad, se pusieron a prueba aspectos de forma y fondo. Se comparó bajo diferentes criterios de qué manera fueron construidas las líneas de base de biodiversidad, tales como información geográfica, épocas de muestreo, profesionales a cargo, etc. Además se trabajó con los datos de especies registradas, separadamente por grupo taxonómico: se constató riqueza, se compararon sitios muestreados en más de una ocasión y se compararon registros de especies de las líneas de base de biodiversidad con la bibliografía para evaluar la calidad de la información. Con los resultados obtenidos se infiere que cada EIA o DIA cumple con la normativa, pero como la metodología de obtención de información es diferente para cada uno, no es posible realizar comparaciones o utilizar la información como base para futuras investigaciones, por lo tanto es necesario realizar una línea de base completa cada vez que se realiza un EIA o DIA. Además de este resultado general, se encontró que las especies registradas corresponden con la literatura citada. En todos los casos, el grupo taxonómico flora es el más rico, y también el grupo con valores más bajos de coincidencias con la bibliografía.

Se propone estandarizar las metodologías para realizar líneas de base de biodiversidad de Codelco, para hacerlas comparables unas con otras y sirvan como guías de monitoreo de lo que sucede con las comunidades que habitan en sus áreas de influencia.

Abstract

This work is an analysis about biodiversity base lines that goes inside the Environmental Impact Studies (EIA) and, in some cases, inside Environmental Impact Declaration (DIA) from the operations Andina and El Teniente of Codelco, between 1995 and 2011.

An EIA is a study that must have done before the realization of a big project, according to the law 19.300, it must consider a few aspects from the place where it takes place: physical, human and biological environment, in the last one highlights the biodiversity base line, that consider a compilation of information about animals and plants from the zone. With the results from this work is possible to say that each EIA o DIA goes with the law, but the way its done differs, about how the information is collected, for this reason it's difficult to control the same place in the long time, so it's necessary to perform a new base line each time.

Another result, it's that the species register in the Environment base lines are in agreement with the books about nature used. In every case the taxonomic group "flora" was the richest and the group with fewer matches with the bibliography.

Recommended a standard guide for the realization of base lines of biodiversity, that way will be easy make controls in long time.

Índice de Contenidos

i. Portada	
ii. Dedicatoria	
iii. Agradecimientos	
iv. Biografía	
v. Resumen	
vi. Abstract	
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes generales	
1.2. Objetivo general	
1.3. Objetivos específicos	
2. Metodología	14
2.1. Fuentes de información	
2.1 Materiales	
2.2 Metodología	
3. Resultados	16
4. Discusión	41
5. Conclusiones y recomendaciones	47
6. Bibliografía	49
7. Anexos	51
7.1. Propuesta de ficha de muestreo	

Índice de Tablas

• Tabla N°1: Número de proyectos total	17
• Tabla N° 2 Comparación de las líneas de base de biodiversidad de División Andina	28
• Tabla N° 3: Comparación de las líneas de base de biodiversidad de División El Teniente	30
• Tabla N° 4: Resumen de la riqueza encontrada en los EIAs de División Andina.	32
• Tabla N° 5 Resumen de la riqueza encontrada en los EIAs de División El Teniente	34
• Tabla N° 6: Porcentaje de coincidencias encontradas en las comunidades estudiadas, División Andina	36
• Tabla N° 7 Porcentaje de especies registradas con bibliografía de la División Andina	38
• Tabla N° 8: Porcentaje de especies registradas con bibliografía de El Teniente	39
• Tabla N° 9: Propuesta de ficha de muestreo	51

Índice de figuras

- Figura N° 1: Diagrama representativo de Ecosistema y Comunidad. 4
- Figura N° 2: Proyectos presentados al SEIA por las Divisiones Andina y El Teniente 16
- Figura N°3: Vista general de las Divisiones Andina y El Teniente con los puntos de muestreo de los estudios realizados. 22
- Figura N° 4: Detalle de la División Andina, mostrando los sitios muestreados en los EIAs y DIAs. 24
- Figura N° 5: Detalle de la División El Teniente, mostrando los sitios muestreados en los EIAs y DIAs. 26

1.- Introducción

Este trabajo presenta los resultados de los análisis de las líneas de base de biodiversidad incluidas en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) de las Divisiones Andina y El Teniente de la Corporación Nacional del Cobre –Codelco-, que se desarrollaron durante el periodo comprendido entre los años 1995 y 2011.

A continuación se detallan los antecedentes generales que enmarcan esta investigación. Los primeros son los conceptos biológicos generales que se relacionan con este trabajo y a continuación temas de legislación ambiental y su relación con el desarrollo de la industria minera en Chile. Finalmente se entregan detalles sobre Codelco y las Divisiones Andina y El Teniente.

Antecedentes generales

La **biodiversidad** se entiende como la variabilidad de organismos vivos; además comprende la diversidad dentro de cada especie, entre especies y dentro de los ecosistemas, incorporando las interacciones entre ellos y su ambiente biótico y abiótico (ONU, 1992), según lo acordado en la Convención Mundial sobre Diversidad Biológica, firmada por los países participantes en la Cumbre de la Tierra de 1992 y ratificado por Chile en 1994. Esta misma definición es utilizada en la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, que actualmente ha sido modificada por la ley 20.417. Desde un punto de vista académico, la biodiversidad se define como toda variación de la base hereditaria en todos los niveles de

organización, desde los genes en una población local o especie, hasta las especies que componen toda o una parte de una comunidad local, y finalmente en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo (Wilson, 1997).

En el año 1869 Ernst Haeckel introdujo el término **Ecología**, que proviene del *Ökologie*, compuesto por las palabras griegas *oikos* (casa) y *logos* (estudio), es decir "el estudio de la casa". La ecología adquiere gran relevancia durante el siglo pasado ante la percepción de claros signos de deterioro ambiental en el planeta, constituyéndose el **ecosistema** como uno de los conceptos centrales; éste es definido por Tansley en 1935, correspondiendo a una abstracción límite y a la incorporación formal de la aproximación sistémica en la teoría ecológica.

La biodiversidad se agrupa dentro de una pirámide ecológica, siendo el ecosistema quien agrupa a los demás niveles; se define como la consideración del bioma y los factores inorgánicos del ambiente juntos, donde los organismos y los factores inorgánicos son componentes relativamente estables de un sistema dinámico en equilibrio, son de los más variados tipos y tamaños, todos muestran organización, que es el resultado inevitable de la interacción y consecuencia del ajuste mutuo de sus componentes (Tansley, 1935).

Otro de los niveles de organización son las **comunidades biológicas**. Existen varias definiciones de lo que es una comunidad ecológica; para este trabajo se ha utilizado la propuesta de Michael Begon: "Una comunidad ecológica está

definida como un ensamble de poblaciones de especies que están juntas en un mismo lugar y tiempo interactuando, y posee propiedades diferentes a las de las poblaciones que la componen" (Begon, Townsend & Harper, 2006). En términos generales un ensamble de especies es definida como una comunidad dependiendo de ciertas limitaciones de dispersión, ambientales y dinámica interna (Belyea & Lancaster, 1999) que finalmente regularán la dinámica de la comunidad y de quienes la componen.

Una comunidad puede ser definida a cualquier escala dependiendo de la riqueza de especies, y la escala adecuada depende de las preguntas que se estén haciendo sobre la comunidad (Begon, Townsend & Harper, 2006). En una primera instancia la determinación de una comunidad pasa por las propiedades comunes que esta tenga y los patrones repetidos consistentes, como crecimiento similar en lugares diferentes o riqueza de especies a lo largo de diferentes gradientes ambientales debido a que los datos pueden ser muchos y de gran complejidad (Begon, Townsend & Harper, 2006); sin embargo, ésta puede ser definida por quien la estudia de forma arbitraria.

Es importante destacar que bajo condiciones ambientales particulares se espera que ocurra una asociación de especies, lo que muestra que una comunidad ecológica es más que un conjunto arbitrario e indefinido de especies a estudiar (Begon, Townsend & Harper, 2006). Las formas de vida en general están referidas a la vegetación característica de una zona debida a las condiciones ambientales o variables de estado (pluviometría, presión atmosférica, temperatura, velocidad del

viento, etc.); estas formas determinan cómo se aprovecha el espacio y cómo se distribuye la comunidad.

La combinación de una diversidad de formas de vida adaptadas a ciertos hábitats y sus interacciones con el medio ambiente ha hecho que la tierra sea un lugar habitable, único para los seres humanos gracias a los servicios ambientales que entrega la naturaleza. Sin embargo esta singular relación entre el ambiente y los seres humanos ha estado en constante cambio dado que el hombre ha abusado de los recursos sin considerar que estos son limitados; por tal razón es de gran importancia que el uso de ellos se realice de manera sustentable y así estos perduren para las futuras generaciones.

Figura N°1: Diagrama representativo de Ecosistema y Comunidad.



Con el propósito de la regulación de las actividades que perturban el medio ambiente, y la mitigación de los impactos que generan las industrias, en 1994 se creó en Chile la **Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, Ley 19.300** y posteriormente el **Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, DS N° 95 de 2001**, culminando con la creación del Ministerio de Medio Ambiente mediante la Ley 20.417, en 2010. Si bien la creación de estas Leyes apunta a la protección del medio ambiente, también están alineadas con el desarrollo sustentable, tratando de compatibilizar el crecimiento económico y la conservación del medio ambiente.

Se destaca de la Ley 19.300 y su modificación, la Ley 20.417, que todo proyecto, que clasifique según los parámetros establecidos en la misma, debe adjuntar un **Estudio de Impacto Ambiental (EIA)** o **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**, dependiendo de su envergadura y su impacto al medio ambiente (Ley 19.300, 1994a). El EIA corresponde al documento que describe pormenorizadamente las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación (Ley 19.300, 1994b) que debe incluir, entre otros, una **Línea de Base**, que corresponde a la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución (Ley 19.300, 1994b).

Dichos Estudios o Declaraciones son las herramientas preventivas que deben señalar cómo afectaría un proyecto tanto el aspecto social como ambiental de la zona donde se propone realizarlo; el tema ambiental se traduce en un estudio

pormenorizado del área de influencia, reflejado en un análisis del medio biótico y abiótico de esta área.

En un Estudio de Impacto Ambiental, se deben incluir los mecanismos mediante los cuales se dará cumplimiento a la legislación ambiental aplicable, la indicación de la normativa de carácter general aplicable al proyecto o actividad, las normas de carácter específico asociadas directamente a la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza, el uso y manejo de los recursos. Luego se debe incluir una línea de base que deberá describir el área de influencia del proyecto o actividad, a objeto de evaluar posteriormente los impactos que pudieren generarse o presentarse sobre los elementos del medio ambiente (Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental, DS N° 95/2001).

La línea de base debe contener una caracterización del medio ambiente, considerando el medio físico, medio humano, medio construido, el uso de los elementos del medio ambiente, los elementos naturales y artificiales que componen el patrimonio histórico, arqueológico, antropearqueológico, paleontológico, religioso, el paisaje, las áreas donde puedan generarse contingencias sobre la población y/o el medio ambiente, una predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto o actividad, incluidas las eventuales situaciones de riesgo y medio biótico que incluirá una descripción y análisis de la biota, pormenorizando, entre otros, la identificación, ubicación, distribución, diversidad y abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas existentes, enfatizando en aquellas especies que se encuentren en alguna categoría de conservación (Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental, DS N° 95/2001).

Además de esto se debe incluir un plan de mitigación, compensación y/o reparación y un Plan de Seguimiento de las variables ambientales relevantes que dan origen al Estudio de Impacto Ambiental (Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, DS N° 95/2001) acorde a la envergadura del proyecto y las características del área de influencia.

Grandes compañías contratan empresas consultoras para realizar los Estudios de Impacto Ambiental o Declaraciones de Impacto Ambiental. Los consultores construyen un documento acorde a los requerimientos de la legislación vigente, sin embargo cada empresa consultora utiliza sus propias metodologías, no existiendo un marco legal que especifique la metodología que deba seguirse.

En nuestro país uno de los sectores que más impactos al medio ambiente genera es la **minería**, la que aportó, de acuerdo a los registros del Banco Central de la República de Chile, alrededor de un 7% del PIB¹ y contribuyó con el 60,02% de las exportaciones totales del año 2011². Destaca la industria de extracción de cobre. Chile es el principal productor mundial de cobre y el país que concentra las mayores reservas a futuro a nivel mundial. El informe 2012 del Servicio Geológico

¹ Consulta en línea (25 de Octubre de 2012):
http://www.bcentral.cl/buscador/search_result.asp

² Consulta en línea (17 de Mayo de 2012):
<http://200.111.119.228/wpcontent/uploads/2011/03/Exportaciones-Totales-y-por-Sector-Abril-2012.pdf>

de Estados Unidos, precisó que Chile tiene reservas por 190 millones de toneladas³.

Dentro del país operan empresas tanto nacionales como extranjeras, de estas destaca la Corporación Nacional del Cobre (Codelco), empresa estatal que es el primer productor de cobre del mundo y una de las empresas más rentables de la industria. Posee las mayores reservas de cobre del planeta (9%)⁴.

En Chile el tema de la minería es de larga data y la gran minería ha debido modernizarse junto con la legislación sobre el medio ambiente, puesto que desde la década de 1970 se vienen implementando medidas legislativas tanto en el tema de la extracción de minerales como en el cuidado del medio ambiente. Este último tomó impulso en la década de 1980 con iniciativas ambientalistas, pero no fue hasta principios de los '90, con la creación de la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que se logró una normativa oficial respecto a las actividades mineras y sus impactos en el medio ambiente.

Además de ello se han logrado "Acuerdos de Producción Limpia", que son acuerdos entre la autoridad y la empresa que buscan lidiar con los temas que aún

³ Consulta en línea (17 de Mayo de 2012): <http://mineriachile.com/2012/03/chile-aumenta-reservas-de-cobre/>

⁴ Consulta en línea (17 de Mayo de 2012): http://www.codelco.com/prontus_codelco/site/artic/20120411/asocfile/20120411124635/memoria_codelco_abr13_1.pdf

no están normados con manuales técnicos y guías metodológicas (Folchi, 2009). Estos programas se dan en el marco de la acción del Gobierno a través de la CORFO.

La minería produce diversos impactos en los ambientes donde se instala. Los que se observan a simple vista son los directos o primarios (ICMM, 2006), que van desde el despeje y perforaciones en la tierra, provocando erosión, hasta la contaminación de aire, agua y entorno con sus residuos no reciclables o reutilizables y el uso de sitios circundantes como botaderos/ sumideros, lo que lleva inequívocamente a una modificación del ambiente y con ello de la flora y fauna que allí existe.

Luego están los impactos secundarios o indirectos (ICMM, 2006) que son aquellos que no son identificados sino hasta que el proyecto esté en operaciones, como cambios sociales o ambientales. Los impactos significativos son mayores cuando la actividad minera ocurre en áreas remotas, ambiental o socialmente sensibles (ICMM, 2006).

En particular, Codelco ha incorporado los avances de la legislación respecto a las responsabilidades de la minería con su entorno. En este sentido, su estructura contempla una Gerencia de Medio Ambiente y Comunidad, encargada de velar por el cumplimiento de la legislación vigente y de disminuir la brecha respecto a temas ambientales, buscando disminuir sus impactos, mejorar su gestión ambiental,

adaptarse a los cambios y a la nueva sensibilidad social. Esto se alinea con el estándar ambiental del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM).

Esta Gerencia está encargada de identificar, evaluar y controlar los impactos ambientales⁵ producidos por las operaciones mineras y sus derivados; en esta línea trata de disminuir la eliminación de residuos, aumentar el uso de tecnologías limpias y el cumplimiento de normas ambientales, entre otros, para lograr la sustentabilidad de sus operaciones. Actualmente está abocada al en el desarrollo del proyecto estructural de Medio Ambiente y Comunidades (PEMAC), que busca incorporar la sustentabilidad en todos los procesos como un eje estructural del quehacer de la empresa. (Reporte de sustentabilidad 2011, 2012).

En este Seminario de Título se trabajará con los EIA y DIA de las Divisiones Andina y El Teniente de Codelco, ambas actualmente con proyectos de expansión.

La **División Andina** se ubica en la V Región de Valparaíso, en la zona sur-este, colindante a la Región Metropolitana, su yacimiento está sobre los 3700ms.n.m. Comenzó a explotarse en 1970, en el yacimiento Río Blanco, actualmente su producción es de 188.494 toneladas métricas/año de concentrado de cobre, además de 2.901 toneladas métricas/ año de molibdeno⁶.

⁵ Corporación Nacional del cobre (Codelco). [en línea: 7 de Octubre de 2011]
http://www.codelco.cl/medio-ambiente/prontus_codelco/2011-07-08/151427.html

⁶ Corporación Nacional del cobre (Codelco). [en línea: 29 de Noviembre de 2011a]
http://www.codelco.cl/nosotros/prontus_codelco/2011-08-02/195131.html

La **División El Teniente** está localizada en la VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, en la zona cordillerana, el yacimiento está sobre los 2500ms.n.m. Las explotaciones comenzaron en 1904 y posee 2.400km de galerías subterráneas. Su producción actual es de 404.035 toneladas métricas finas/año en forma de lingotes refinados a fuego (RAF) y cátodos de cobre. Además se obtienen 5.179 toneladas métricas de molibdeno/año⁷.

Ambas Divisiones se ubican en la "Zona Mesomórfica de Chile" (Hoffmann, 1998) que corresponde a la zona central, entre la Cuarta y Séptima Región, aproximadamente, caracterizada por ecosistemas mediterráneos. Dichos ecosistemas se caracterizan por veranos cálidos y secos e inviernos fríos y lluviosos. Este clima es compartido por cinco áreas geográficas del mundo: California, Chile central, Cuenca del Mar Mediterráneo, Sudáfrica y Australia. En Chile central el clima mediterráneo se extiende desde 31° hasta 37° S y se caracteriza por presentar dos estaciones dicotómicas (Jansik, 2001). Esta es una región muy diversa debido a que la vegetación se extiende sobre un relieve complejo y heterogéneo, dentro de un área de transición climática que presentó condiciones inestables durante el Cuaternario (Villagrán, 1995).

Esta zona está compuesta por tres grandes hábitats ecológicos: Faja costera, Valle central y Cordillera de Los Andes (Hoffmann, 1998). En profundidad

⁷ Corporación Nacional del cobre (Codelco). [en línea: 29 de Noviembre de 2011b] http://www.codelco.cl/nosotros/prontus_codelco/2011-08-02/195321.html

se revisó el macizo andino, puesto que es donde se emplazan los lugares estudiados. Se puede diferenciar de acuerdo a las cotas de altura: Hasta los 1.500ms.n.m. Desde el nivel del mar destacan el matorral mediterráneo típico, luego, hasta los 2.000ms.n.m. Los matorrales bajos y achaparrados dominan. Sobre esta altura la vegetación no sobrepasa los 50cm de altura y aparecen las primeras especies en cojines densos. En esta zona, debido a la altura, el invierno es más largo y da paso a lugares que son húmedos y mantienen agua durante más tiempo: Las Vegas, que acogen gran variedad de plantas (Hoffmann, 1998).

Objetivo general:

Analizar las líneas de base de biodiversidad presentes en los Estudios de Impacto Ambiental y Declaraciones de Impacto Ambiental de las Divisiones Andina y El Teniente, de Codelco para evaluar cómo se han ido modificando en el tiempo bajo criterios comunes y si la información que entregan es congruente con la que se registra en la bibliografía.

Objetivos específicos:

- Seleccionar EIA y DIA a analizar.
- Registrar cartográficamente los sitios muestreados para conocer la dispersión de los muestreos y los sitios más estudiados.
- Comparar las metodologías de muestreo utilizadas para realizar las líneas de base de Biodiversidad, bajo criterios establecidos para evaluar la existencia de patrones o procedimientos característicos durante los muestreos.
- Comparar la riqueza obtenida en cada proyecto con el fin de evaluar variaciones en el tiempo.
- Comparar la información de sitios muestreados más de una vez para evaluar la variación en el tiempo de los registros.
- Comparar la información proporcionada por las líneas de base de biodiversidad con la información de biodiversidad de la bibliografía para asegurar la veracidad de la información entregada en las líneas de base de biodiversidad estudiadas.

2. Metodología

La información utilizada para la generación de resultados de este trabajo fue proporcionada por Codelco. Esta información proviene de líneas de base de Biodiversidad de los Estudios de Impacto Ambiental y Declaraciones de Impacto Ambiental las Divisiones Andina y El Teniente, realizadas entre 1995 y 2011.

Se seleccionaron solo proyectos aprobados por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Luego estos se separaron en grupos:

- Tienen información geográfica
- Tienen línea de base de biodiversidad
- Tienen ambos contenidos

Los Estudios y Declaraciones con información geográfica se utilizaron para mostrar en un mapa la distribución de los sitios de muestreo, dentro de cada División para conocer la dispersión de los sitios de muestreo y los puntos más estudiados.

Los proyectos con líneas de base de biodiversidad se compararon entre sí de acuerdo a:

- Fechas de muestreo
- Número de campañas
- Estación del año
- Duración del muestreo

- Especialistas
- Número de sitios muestreados
- Georreferencias
- Datum y Huso
- Proposición de plan de manejo
- Línea de base detallada
- Registro de abundancia
- Definen estado de conservación

El paso siguiente fue la comparación de la riqueza obtenida en cada Estudio o Declaración, se compararon riquezas totales y por grupo taxonómico: flora, mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Luego, en el caso de la División Andina, se compararon sitios muestreados más de una vez, buscando coincidencias entre las especies registradas.

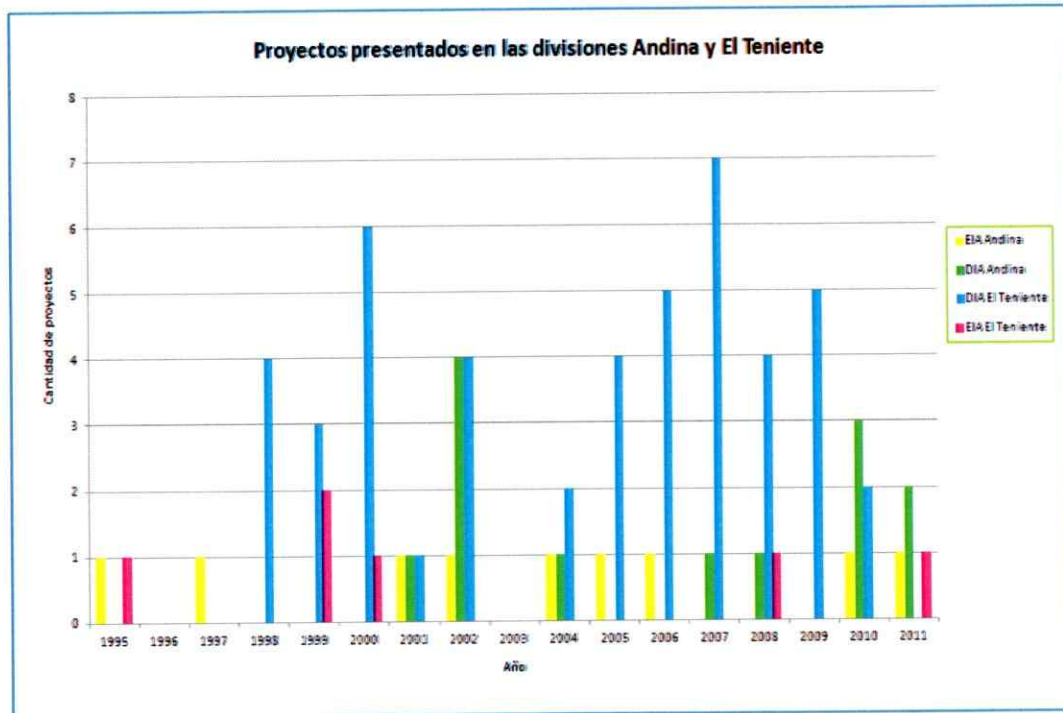
Finalmente, se compararon los registros de especies de los proyectos de las dos Divisiones con la bibliografía para evaluar la veracidad de los registros.

En el caso de Estudios y/o Declaraciones con los dos tipos de información, se utilizaron en ambos análisis.

3.-Resultados

Las Divisiones Andina y El Teniente suman un total de 75 proyectos, de los cuales 9 EIA y 13 DIA los realizaron en la División Andina y 6 EIA y 47 DIA en la División El Teniente, realizados entre 1995 y 2011, los que se muestran en el siguiente gráfico, de acuerdo al año en que salió la Resolución de Calificación (RCA):

Figura N° 2: Proyectos presentados al SEIA por las Divisiones Andina y El Teniente



Fuente: Elaboración propia, en base a la información proporcionada por Codelco

Estos proyectos se sometieron a un proceso de selección para determinar cuales se podían analizar en este trabajo. Todos aquellos aprobados y con información cartográfica de Datum WGS85 y huso 19 fueron utilizadas para la construcción de mapas GIS, en base a la guía de evaluación ambiental:

Componente fauna silvestre (SAG, 2012) desarrollada por el SAG que sugiere como abordar los diferentes componentes de las líneas de base, se detalla el uso de ubicación georreferenciada, con Datum WGS 84 y Huso 18 o 19.

Aquellos con línea de base de biodiversidad fueron utilizados para comparar criterios de construcción de la línea de base, los que cuentan con ambos se utilizaron en ambos análisis. La tabla siguiente muestra el desglose.

Tabla N°1: Número de proyectos total

División	Andina		El Teniente	
	EIA	DIA	EIA	DIA
Tipo de proyecto				
N° total de proyectos	9	13	6	47
Aprobados	7	13	6	45
Con línea de base de biodiversidad	7	0	2	1
Con información cartográfica Datum WGS85 y huso 19	2	4	2	3
Con línea de base de biodiversidad e información cartográfica Datum WGS85 y huso 19	1	0	1	1

Fuente: Elaboración propia, en base a la información proporcionada por Codelco

Producto de la selección de EIA y DIA de las Divisiones Andina y El Teniente se utilizaron los siguientes proyectos con línea de base de biodiversidad:

División Andina

1. EIA Sistema de disposición de relaves a largo plazo (RCA: 275-B, Abril 1995. Realizado por Chile limitada)

2. EIA Línea de transmisión eléctrica entre SE Polpaico y la SE SAG (RCA: 003/97, Marzo 1997. ATM Ingeniería)
3. EIA Limpieza de aguas Mina Andina (RCA: 941/2001, Diciembre 2001. Arcadis Geotécnica)
4. EIA Expansión División Andina (RCA: 029/2002, Febrero 2002. Arcadis Geotécnica)
5. EIA Despacho de drenajes de botaderos para utilización externa (RCA: 292/2004, Diciembre 2004. Arcadis Geotécnica)
6. EIA Obras complementarias proyecto División Andina para ampliación intermedia a 92ktpd (RCA: 1808/2006, Julio 2006. Arcadis Geotécnica)
7. EIA Planta de recuperación de cobre y molibdeno desde relaves (RCA: 205/2011, Mayo 2011. Proust)

División El Teniente

1. EIA Peraltamiento embalse Carén (RCA: 880/2008, Marzo 2007. CIMM tecnologías & servicios)
2. DIA Estabilización muro N°1 tranque Barahona y muro N°1 tranque Cauquenes (RCA: 032/08. CIMM T&S)
3. EIA Nuevo nivel mina (RCA: 118/2011, Marzo 2011. SGA Estrategias Sustentables)

Los proyectos seleccionados por su información cartográfica se presentan a continuación:

División Andina:

1. EIA Despacho de drenajes de botaderos para la utilización externa (RCA: 292/2004, Diciembre de 2004. Arcadis Geotécnica)
2. DIA Extracción de áridos sector Piuquenes (RCA: 501/2010, Mayo 2010. Codelco Chile, División Andina)
3. DIA Prospecciones geológicas (RCA: 8/2010, Mayo 2010. Codelco Chile, División Andina)
4. DIA Proyecto de modificación sistema de manejo de aguas de contacto del depósito lastre norte (RCA40/2011, Enero 2011, Codelco Chile, División Andina)
5. DIA Mejoramiento de la eficiencia en recuperación de molibdeno en PCC (RCA:12/2011, Enero 2011, Codelco Chile, División Andina)

División El Teniente:

1. EIA Lixiviación de relaves en pilas tranque Barahona (RCA: 60/1999, Julio 1999. CICA SA)
2. DIA Incremento de producción a 140ktd (1214/2007 Julio 2007. Codelco Chile, División El Teniente)
3. DIA Estabilización muro N°1 tranque Barahona y muro N°1 tranque Cauquenes (RCA:032/08, Febrero 2008, CIMM T&S)

4. DIA Proyecto explotación rajo sur (RCA: 133/2010, Mayo 2010. Codelco Chile, División El Teniente)
5. EIA Nuevo nivel mina (RCA: 118/2011 Marzo 2011. SGA Estrategias Sustentables)

Aquellos con seleccionados con ambas características son los siguientes:

División Andina

1. EIA Despacho de drenajes de botaderos para utilización externa (RCA: 292/2004, Diciembre 2004. Arcadis Geotécnica)

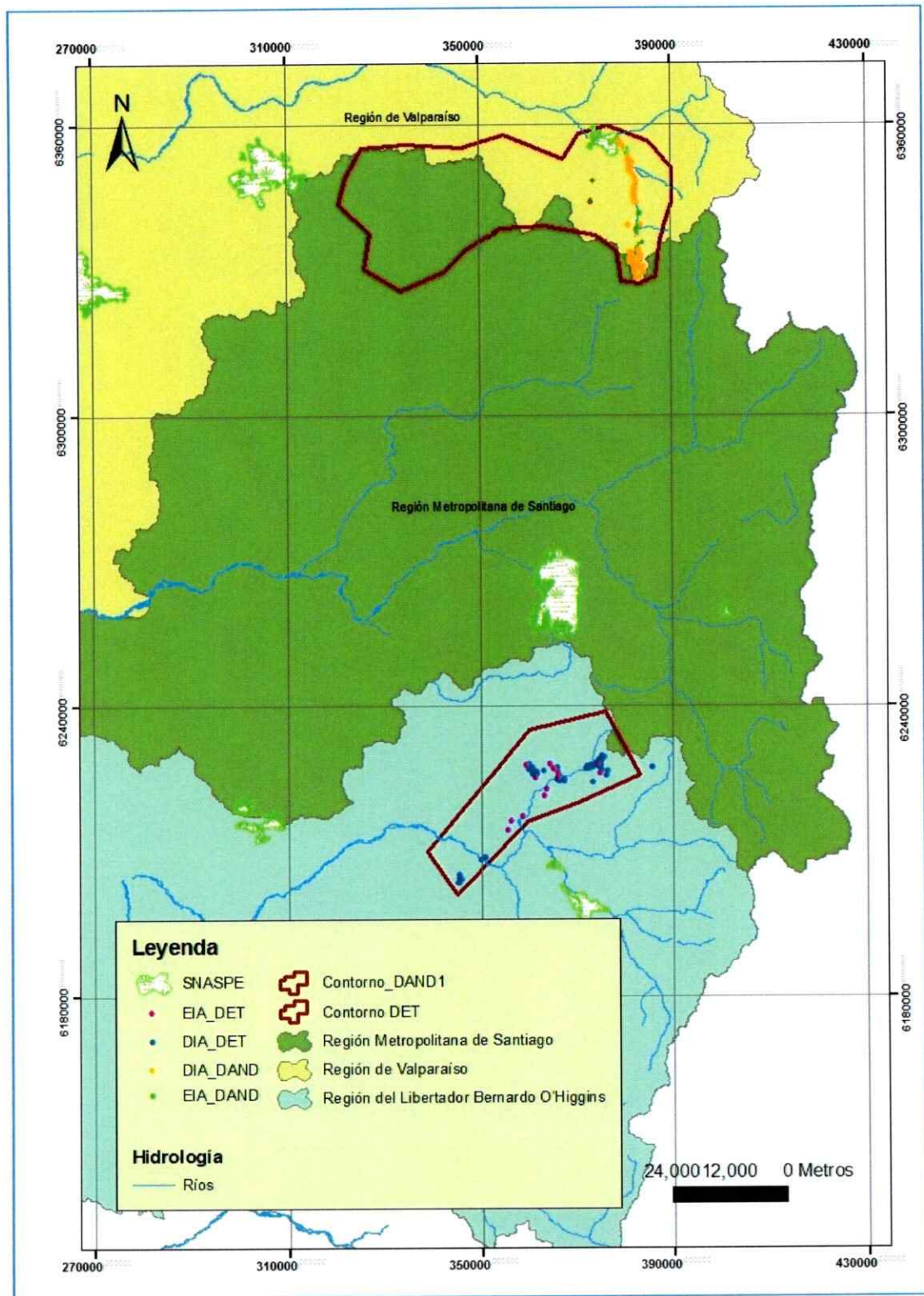
División El Teniente

1. DIA Estabilización muro N°1 tranque Barahona y muro N°1 tranque Cauquenes (RCA: 032/08. CIMM T&S)
2. EIA Nuevo nivel mina (RCA: 118/2011, Marzo 2011. SGA Estrategias Sustentables)

Con la selección obtenida, se elaboraron mapas GIS, a continuación, se muestra una vista general de la Región de Valparaíso, Región Metropolitana de Santiago y la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, señala además ambas divisiones, Andina (polígono de contorno rojo en la parte superior del mapa) y El Teniente (polígono de contorno rojo en la parte inferior del mapa), estos

polígonos corresponden a áreas aproximadas de las respectivas divisiones, contruidos con datos entregados por Codelco, ya que debido a políticas de la empresa no es posible delinearlas con detalle, dentro de ellos los sitios muestreados en los EIAs y DIAs, además los sitios prioritarios de conservación y SNASPE de las regiones mencionadas y la red hidrográfica.

Figura N° 3: Vista general de las Divisiones Andina y El Teniente con los puntos de muestreo de los estudios realizados.



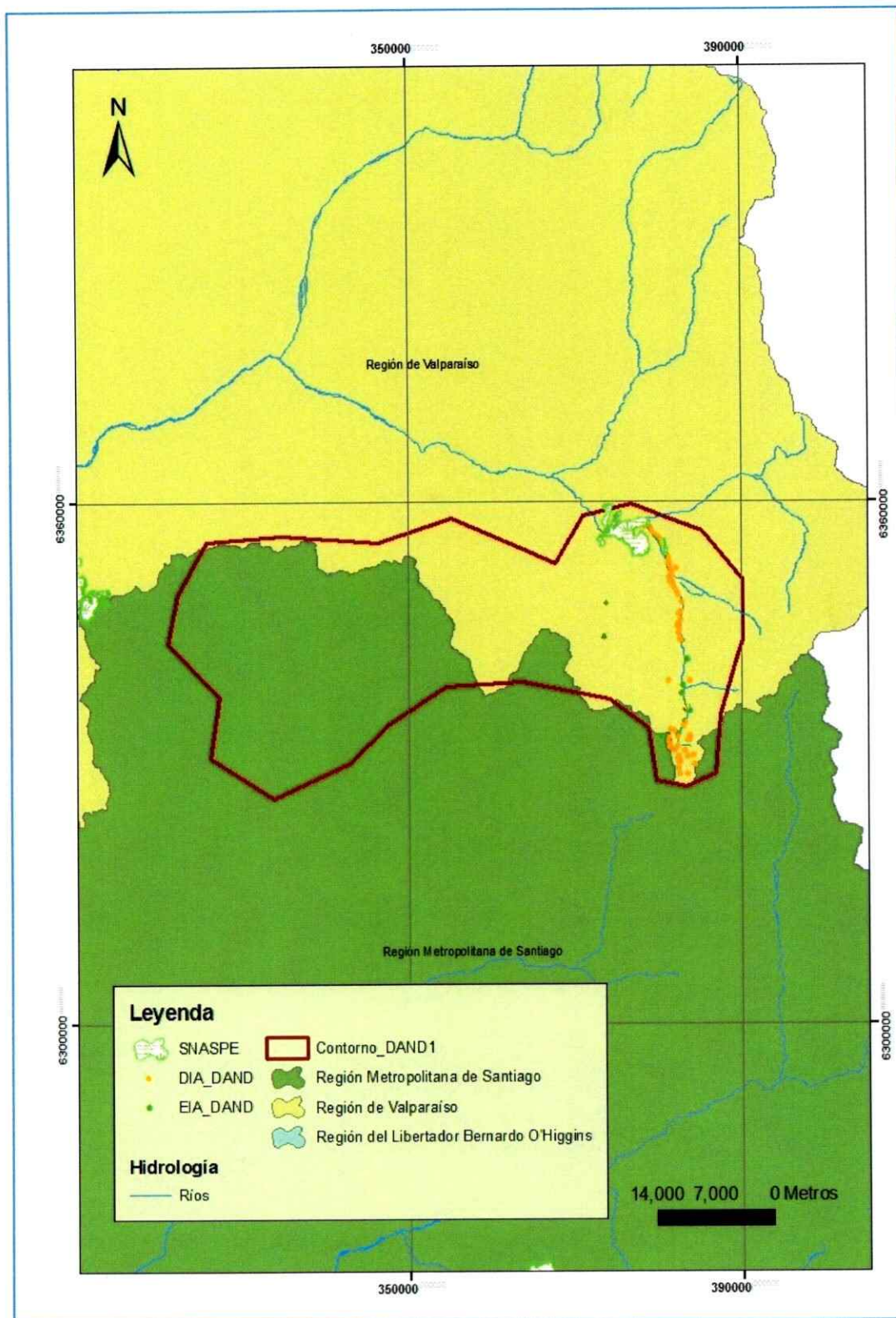
Fuente: Elaboración conjunta: Pedro Gutiérrez & Andrea Wertheim

Se observa en este mapa que los estudios fueron realizados dentro del terreno de las Divisiones, y que estos, en varios casos, tienen las mismas coordenadas, sobreponiendo un estudio sobre otro, en zonas específicas de interés para cada División. Sin embargo, no todos estos puntos de muestreo cuentan con un registro de lo que allí se muestreó.

Como se ve en la figura anterior, ambas divisiones se ubican en la zona cordillerana del país, abarcando grandes áreas de las regiones donde están ubicadas.

El mapa que se muestra a continuación es un detalle a la División Andina, donde se observan los sitios muestreados.

Figura N° 4: Detalle de la División Andina, mostrando los sitios muestreados en los EIAs y DIAs.



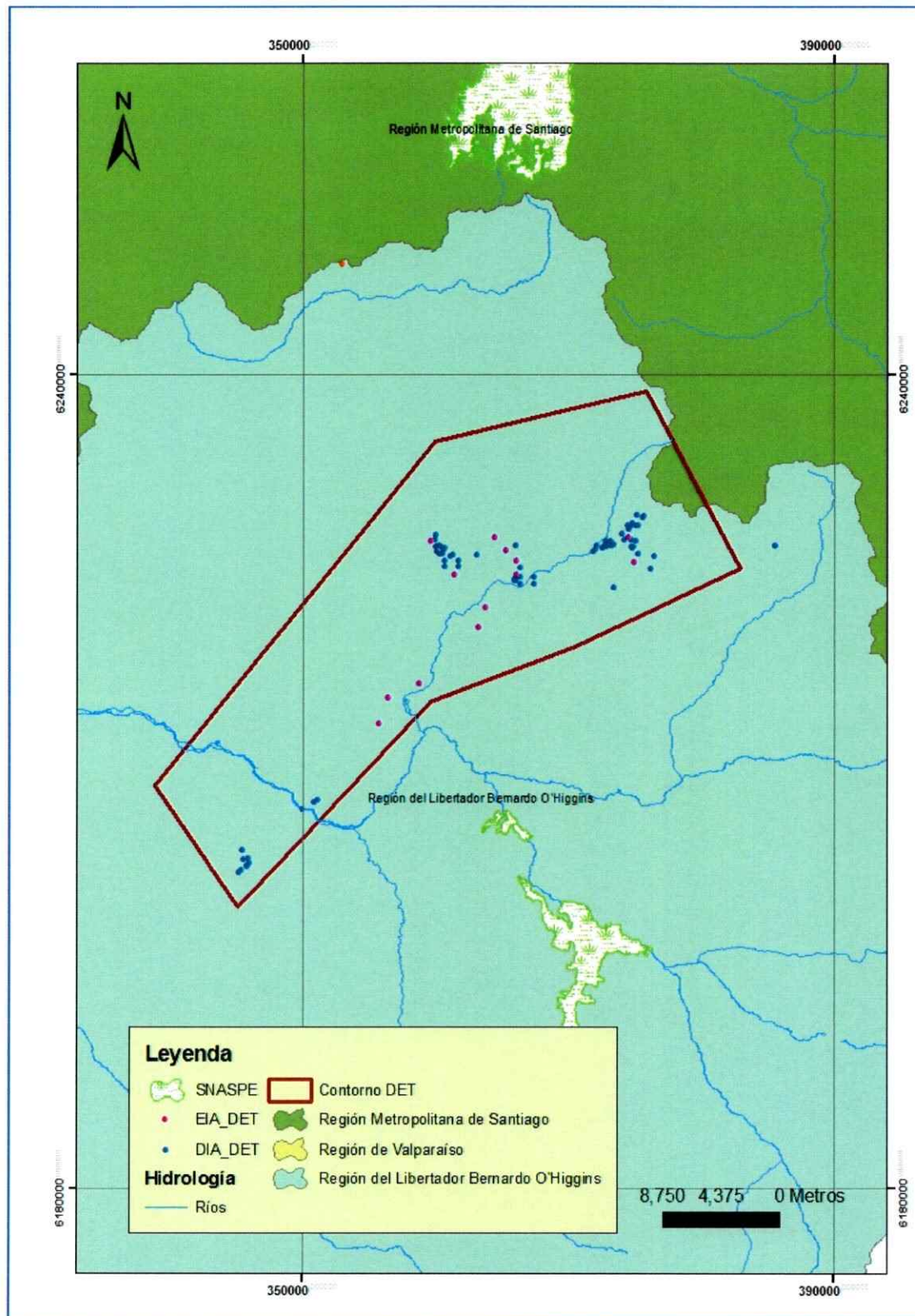
Fuente: Elaboración conjunta: Pedro Gutiérrez & Andrea Wertheim

En la figura N° 4, se observa en detalle el registro de sitios muestreados dentro de la División Andina. También muestra que dentro de la División hay un sitio SNASPE: Río Blanco. Los sitios de muestreo se concentran al este de la División, estos puntos de muestreo son un bajo porcentaje del total de Estudios y Declaraciones aprobados que se han realizado en esta División, con esta información no es posible determinar si se han muestreado otras áreas, tampoco si los sitios muestreados obedecen un patrón o si son al azar.

Se observa que la mayoría de los puntos fueron muestreados para DIAs, que corresponden a proyectos de prospecciones geológicas o mejoramientos relacionados con proyectos previos.

La siguiente figura muestra a la División El Teniente, en la VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, donde se observa con detalle la distribución de los sitios de muestreo utilizados en las líneas base de los proyectos de dicha División.

Figura N°5: Detalle de la División El Teniente, mostrando los sitios muestreados en los EIAs y DIAs



Fuente: Elaboración conjunta: Pedro Gutiérrez & Andrea Wertheim

Dentro del contorno de la División se encuentran sitios de muestreo dispersos, sin patrones de muestreo. Las DIAs cuentan con más sitios muestreados, respecto a los EIA, las que nuevamente se asocian a proyectos exploratorios o de mejoras dentro de la División.

Se presenta lejos de sitios de importancia ambiental. Si bien hay 5 proyectos en el mapa, se observa una cobertura mayor del área de la División, respecto al caso de Andina.

A continuación, en la tabla N° 2, se ha procesado la información sobre la fabricación de las líneas de base de los Estudios de Impacto ambiental de la División Andina de Codelco y comparado la metodología bajo ciertos parámetros. Desde ahora los proyectos serán llamados por la fecha de publicación de su RCA.

Tabla N° 2: Comparación de las líneas de base de biodiversidad de División Andina

Proyecto Criterios	División Andina						
	abr-95	mar-97	dic-01	feb-02	dic-04	jul-06	may-11
Fechas de muestreo	No indica	No indica	No indica	29 y 3/03/2001	Río Blanco: 2001 Riecillos: Mayo 2004 Otros muestreos de otros EIA	Utiliza los muestreos realizados en 2000 y 2001 de Expansión Andina (2002)	Fauna: 03/2010
Estación del año	No indica	No indica	No indica	Verano	Otoño	No indica	Verano
Número de campañas	No indica	No indica	No indica	2	2	No indica	1
Duración del muestreo	No indica	No indica	No indica	2 días	No indica	No indica	No indica
Número de sitios muestreados	5	5	1	3	3	3	1
Profesional a cargo	No indica	No indica	No indica	Biólogo	Biólogo esp. En taxonomía vegetal	Ing. (E) medioambiente	Ing. Ambiental
Especialistas	No indica	No indica	No indica	No indica	Flora: Lic. Cs. Forestales Fauna: Lic. En ecología y paisajismo	No indica	Flora y fauna: Ing. Forestal, flora: Botánico, fauna: Biólogo
Georreferencias	No	No	Si	Si	Si	Si	Si
Datum y huso	No	No	No	No	WGS84, 19	No	PSAD 56,19
Proposición de plan de manejo	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
Línea de base detallada	No	No	Si	Si	Si	Si	Si
Tiene registros de abundancia	No	No	No	Si	Si	No	No
Definen estado de conservación de acuerdo a la norma chilena	No	Si	No	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia, en base a las líneas de base de biodiversidad

Al observar la tabla N° 2 se ven inmediatamente varias disparidades entre los estudios, no existe un parámetro que disponga periodos de muestreo, cantidad mínima de días a muestrear y número de campañas por sitio. Además existe variedad en los profesionales a cargo de los muestreos, así como la ausencia de especialistas. Tampoco se establecen referencias geográficas.

Desde el estudio de 2002 en adelante se nota una mejora importante en cuanto a detallar el procedimiento del muestreo, graficado en que se responden algunos de los indicadores, al respecto, cabe destacar que desde del estudio realizado en 2002 se incorpora el estado de conservación de las especies identificadas, y que aumenta el detalle de la línea de base. Sin embargo llama la atención el caso de Julio 2006 que dice utilizar información ya existente y no especifica si además realiza otros muestreos. Si bien desde Diciembre 2001 se incorpora la información de georreferencias, no se indica el Datum y Huso utilizados, impidiendo dar certeza del sitio de muestreo.

En detalle, los muestreos se realizan en diferentes épocas del año, lo que lleva a aumentar el porcentaje de error al medir riqueza ya que en las distintas estaciones del año las especies pasan por distintas etapas biológicas, tales como migración, reproducción o hibernación. En esta misma línea al no indicar el número de días que se ha muestreado afecta directamente al cálculo estimado de riqueza, ya que mientras más días de muestreo se tengan son más las oportunidades que hay de encontrar individuos.

La siguiente tabla muestra el mismo tratamiento de datos para el caso de la División El Teniente.

Tabla N° 3: Comparación de las líneas de base de biodiversidad de División El Teniente

División El Teniente			
Proyecto	mar-07	feb-08	mar-11
Criterios			
Fechas de muestreo	5 y 8/ 10/ 2005 15 y 17/12/ 2005 30 y 31/ 03/ 2006	Flora: 23 y 24/ 03/ 2006	Flora: 27 -29/ 06/ 2008 12 y 13/02/ 2009 9 y 10/ 09/ 2009 14/ 10/ 2009 Fauna: 27 – 29/ 07/2009 8/ 08/ 2009 27 – 30/ 01/ 2009 12 – 13/ 02/ 2009 16/ 09/ 2009 13 – 14/ 10 2009
Estación del año	Primavera y verano	Verano	Otoño, verano y primavera
Número de campañas	3	2	8
Duración del muestreo	6 días	2 días indicados	21 días
Número de sitios muestreados	2	4	12
Profesional a cargo	Ingeniero ambiental	Ingeniero ambiente	Ingeniero forestal
Especialistas	Flora: Biólogo Mcs. Botánica Medio acuático: Biólogo	No indica	Fauna: Veterinario
Georreferencias	Si	Si	Si
Datum y huso	PSAD 56, 19	WGS 84, 19	WGS 84, 19
Propone plan de manejo	Si	Si	Si
Línea de base detallada	Si	Si	Si
Registro de abundancia	No	Si	No
Definen estado de conservación de acuerdo a la norma	No	Si	Si

Fuente: Elaboración propia, en base a las líneas de base de biodiversidad

En la tabla N° 3, la cantidad de información es menor, ya que estos proyectos son los que, según la información consultada, registran detalles en sus líneas de base de biodiversidad. Sin embargo esta información es más completa, es decir, se encuentran datos de periodo de muestreo, número de campañas, días de muestreo y georreferencias. Al igual que en la tabla anterior, se observa la falta de estandarización en dichos aspectos.

El informe de Febrero de 2008 es una Declaración de Impacto Ambiental, informe que no está obligado a realizar una línea de base, se destaca que cumple con los parámetros puestos a prueba casi en su totalidad, exceptuando el detalle de los especialistas involucrados en la campaña.

Los siguientes resultados muestran un recuento de la riqueza (número de especies distintas en un espacio y tiempo determinado) descrita en las líneas de base de biodiversidad seleccionadas al comienzo de este trabajo, tanto para la División Andina como de El Teniente, desglosado en la profundidad de identificación taxonómica de los individuos descritos. La tabla N° 4 corresponde a División Andina:

Tabla N° 4: Resumen de la riqueza encontrada en los EIAs de División Andina.

División Andina								
Grupo taxonómico	Riqueza	Proyecto						
		abr-95	mar-97	dic-01	feb-02	dic-04	jul-06	may-11
Flora	Riqueza	12	51	13	243	33	217	34
	Categorizadas por género	1	0	10	43	6	40	0
	Categorizadas por familia	0	1	0	0	0	0	0
	Categorizadas por especie	11	0	3	200	27	177	34
Mamíferos	Riqueza	8	8	1	20	10	20	6
	Categorizadas por género	0	0	0	0	1	0	0
	Categorizadas por familia	0	0	0	0	0	0	0
	Categorizadas por especie	0	0	1	20	9	20	6
Aves	Riqueza	46	61	11	93	25	72	37
	Categorizadas por género	0	0	0	1	3	1	0
	Categorizadas por familia	0	0	0	0	0	0	0
	Categorizadas por especie	0	0	11	92	22	71	37
Reptiles	Riqueza	0	3	1	10	7	8	1
	Categorizadas por género	0	0	0	0	0	0	0
	Categorizadas por familia	0	0	0	0	0	0	0
	Categorizadas por especie	0	0	1	10	7	8	1
Anfibios	Riqueza	0	0	0	2	2	1	0
	Categorizadas por género	0	0	0	0	0	0	0
	Categorizadas por familia	0	0	0	0	0	0	0
	Categorizadas por especie	0	0	0	2	2	1	0
Total	Riqueza	66	123	26	368	77	318	78
	Categorizadas por género	1	0	10	44	10	41	0
	Categorizadas por familia	0	1	0	0	0	0	0
	Categorizadas por especie	11	0	16	324	67	277	78

Fuente: Elaboración propia, en base a las líneas de base de biodiversidad.

Se observan valores de riqueza muy variados, no es posible respaldarlos con la información entregada en la tabla N° 2 ya que esta no entrega información suficiente.

Los valores más altos están en los proyectos feb-02 y jul-06, ambos con tres sitios muestreados y la menor riqueza se obtuvo en abr-95 y dic-01, con cinco y un sitio de muestreo respectivamente. La diferencia entre el sitio con mayor riqueza y el con menor riqueza, es de 92, 93%, con un año de diferencia entre los muestreos, teniendo en cuenta que el estudio de feb-02 muestreó 3 sitios, este valor se reduce a un aproximado de 78,80% de diferencias en el muestreo.

Se caracterizó la riqueza en género, familia y especie, del total un 73, 20% está identificado a nivel de especie, el resto de organismos muestreados solo se identificaron a nivel de género y familia. Con respecto al desglose por grupos taxonómicos, el grupo de flora es el más rico, un 74,95%, seguido de mamíferos (76,71%) y aves (67,53%). El grupo de flora tiene el número mayor de individuos identificados a nivel de género.

A continuación se muestra la tabla de División El Teniente, con el mismo tratamiento anterior, para las líneas de base analizadas:

Tabla N° 5: Resumen de la riqueza encontrada en los EIAs de División El Teniente.

División El Teniente				
Grupo taxonómico	Riqueza	Proyecto		
		mar-07	feb-08	mar-11
Flora	Riqueza	182	41	169
	Categorizadas por género	3	0	21
	Categorizadas por familia	0	0	1
	Categorizadas por especie	179	41	147
Mamíferos	Riqueza	10	8	16
	Categorizadas por género	0	1	1
	Categorizadas por familia	0	0	0
	Categorizadas por especie	10	7	15
Aves	Riqueza	50	23	61
	Categorizadas por género	0	0	1
	Categorizadas por familia	0	0	0
	Categorizadas por especie	50	23	60
Reptiles	Riqueza	6	4	9
	Categorizadas por género	0	0	0
	Categorizadas por familia	0	0	0
	Categorizadas por especie	6	4	9
Anfibios	Riqueza	3	1	1
	Categorizadas por género	0	0	0
	Categorizadas por familia	0	0	0
	Categorizadas por especie	3	1	1
Total	Riqueza	251	77	256
	Categorizadas por género	3	1	23
	Categorizadas por familia	0	0	1
	Categorizadas por especie	248	76	232

Fuente: Elaboración propia, en base a las líneas de base de biodiversidad

En la tabla anterior se observan dos valores altos de riqueza y un valor más bajo, estos valores coinciden con lo indicado en la tabla N° 3 con respecto a número de campañas, número de días y sitios muestreados. Se destaca que el proyecto con mayor cantidad de días muestreados los repartió en tres estaciones del año y es el que tiene mayor riqueza.

La caracterización a nivel de especie es de 95,20%, el 5% restante fue identificado a nivel de familia y género. El grupo taxonómico de flora corresponde al 67,12% del total, seguido por las aves con un 22,94%. Los mamíferos componen el 5,82% del total, los reptiles son el 3,25% y los más frecuentes fueron; finalmente los anfibios constituyen un 0,86% del total.

Cabe destacar que ambos estudios de riqueza no se hace mención al grupo de invertebrados.

Siguiendo con la información obtenida de las líneas de base de biodiversidad, fue posible comparar sitios muestreados en más de una ocasión por los proyectos acá estudiados, en el caso de la División Andina. La tabla N° 6 muestra un resumen de la información:

Tabla N° 6: Porcentaje de coincidencias encontradas en las comunidades estudiadas, División Andina.

Sitios de muestreo	Flora	Aves	Mamíferos	Reptiles	Anfibios	Porcentaje total de coincidencias
Quebrada Riecillos Abr-95 - Dic-2004	0	0	0	0	0	0%
Río Blanco Dic-01 - Dic-04	42,86%	29,41%	0	0	0	21,62%
Mina - planta cordillera Feb-02 - Jul-06	100%	21,33%	70%	100%	100%	65,93%
Sistema transporte de pulpa Feb-02 - Jul-06	35%	100%	100%	100%	28,57%	66,25%
Planta ovejería (1) Feb-02 - Jul-06	93,48%	96,61%	100%	100%	100%	94,95%
Planta ovejería (2) Feb-02 - May-11	17,39%	57,63%	37,5%	25%	0	29,82%
Planta ovejería (3) Jul-06 - May-11	16,66%	56,14%	37,5%	25%	0	28,70%

Fuente: Elaboración propia, en base a las líneas de base de biodiversidad de División Andina

La tabla anterior muestra el porcentaje de coincidencia de especies en muestreos realizados en determinados sitios en un periodo cercano a cuatro años. Solo se encontraron 5 sitios muestreados más de una vez, en los proyectos analizados en este informe. Estos sitios son denominados como comunidades ya que se ajustan a la definición antes mencionada.

La comunidad de Riecillos obtuvo cero coincidencias con respecto a flora, y no se pueden comparar los demás grupos debido a que no existe un desglose de

que especies se registraron en 1995. En el caso de río Blanco se tiene un 21,62% de coincidencias, reflejadas solo en los grupos taxonómicos de flora y aves, en los demás grupos no hubo coincidencias.

En el caso de “Mina – planta cordillera” y “Sistema transporte de pulpa” el porcentaje de coincidencias es casi el mismo, 65,93% y 66,25% respectivamente, ambas comunidades fueron muestreadas en los mismos EIAs, Expansión División Andina (Febrero 2002) y Obras complementarias proyecto expansión División Andina para ampliación intermedia a 92ktpd (Julio 2006), y se tiene como antecedente que este último utilizó la información de Febrero de 2002 en su línea de base, esta situación se repite en el muestreo que de “planta ovejería (1)”, en este caso arroja un porcentaje de coincidencia de 95%. En el caso de “planta ovejería (2)” y “planta ovejería (3)” se obtienen valores porcentuales similares, 29,81% y 28,70% respectivamente, coincide que ambos muestrearon en verano.

Con esta información se repite que el grupo taxonómico flora es que registra más individuos, seguido de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. Sin embargo, debido a la calidad de datos no es posible inferir como han variado las comunidades que habitan en las zonas muestreadas.

En la tabla N° 7 se muestra un resumen de la comparación entre la riqueza de especies registrada en los EIAs y DIAs estudiados de la División Andina y las especies que según bibliografía deberían encontrarse en las zonas muestreadas.

Tabla N° 7: Porcentaje de especies registradas con bibliografía de la División Andina

EIA	Grupo taxonómico	Especies bibliográficas encontradas	Especies encontradas sin bibliografía	Porcentaje de especies registradas con bibliografía
abr-95	Flora	8	3	72,73 %
	Aves	0	0	Sin registro
	Mamíferos	0	0	Sin registro
	Reptiles	0	0	Sin registro
	Anfibios	0	0	Sin registro
mar-97	Flora	7	0	100 %
	Aves	0	0	Sin registro
	Mamíferos	0	0	Sin registro
	Reptiles	0	0	Sin registro
	Anfibios	0	0	Sin registro
dic-01	Flora	7	5	58,33 %
	Aves	11	0	100 %
	Mamíferos	1	0	100 %
	Reptiles	1	0	100 %
	Anfibios	0	0	Sin registro
feb-02	Flora	129	98	56,83 %
	Aves	90	1	98,90 %
	Mamíferos	19	1	95 %
	Reptiles	10	0	100 %
	Anfibios	2	0	100 %
dic-04	Flora	16	17	48,48 %
	Aves	22	0	100 %
	Mamíferos	9	0	100 %
	Reptiles	7	0	100 %
	Anfibios	2	0	100 %
jul-06	Flora	114	105	52,05 %
	Aves	69	1	98,57 %
	Mamíferos	17	0	100 %
	Reptiles	10	0	100 %
	Anfibios	2	0	100 %
may-11	Flora	25	8	75,76 %
	Aves	35	0	100 %
	Mamíferos	6	0	100 %
	Reptiles	1	0	100 %
	Anfibios	0	0	Sin registro

Fuente: Elaboración propia, en base a las líneas de base de biodiversidad de División Andina

La tabla anterior muestra que casi un 100% de las especies registradas en los proyectos estudiados coinciden con los registros bibliográficos, sin embargo, existe un porcentaje del grupo taxonómico flora que no está contenido en dicho registro, la mayoría pertenece a la familia *Poaceae*. También hay excepciones en aves y mamíferos.

La tabla N° 8 muestra la misma comparación que en la tabla N° 7, pero para la División El Teniente.

Tabla N° 8: Porcentaje de especies registradas con bibliografía de El Teniente

EIA	Grupo taxonómico	Especies bibliográficas encontradas	Especies encontradas sin bibliografía	Porcentaje de especies registradas con bibliografía
jul-97	Flora	9	1	90 %
	Aves	9	0	100 %
	Mamíferos	4	0	100 %
	Reptiles	3	0	100 %
	Anfibios	1	0	100 %
mar-07	Flora	101	76	57,06 %
	Aves	52	0	100 %
	Mamíferos	9	0	100 %
	Reptiles	6	0	100 %
	Anfibios	3	0	100 %
mar-11	Flora	94	70	57,32 %
	Aves	60	0	100 %
	Mamíferos	14	0	100 %
	Reptiles	9	0	100 %
	Anfibios	1	0	100 %

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior muestra un resultado similar a lo ocurrido en Andina, para los grupos taxonómicos de aves, mamíferos, reptiles y anfibios se observa una coincidencia de 100% con la bibliografía, y en el caso de flora se encuentran especies que no están registradas en la bibliografía de la zona, nuevamente pertenecen a la familia *Poaceae*.

4. Discusión

Son 75 los proyectos que se dispusieron para este trabajo, de ellos quedaron solo 21 para ser procesados, esto indica que el 72% de los proyectos presentados al SEIA por las Divisiones Andina y El Teniente no cuentan o con información cartográfica o línea de base de biodiversidad.

Como se vio en los resultados, del 28% restante solo un 19% cuenta con línea de base de biodiversidad e información cartográfica, limitando la comparabilidad de datos. Este análisis muestra que los proyectos tienen información limitada, y que, como se ve en los proyectos seleccionados, recién en la década del 2000 aumenta la profundidad de los estudios, aumentando su calidad y posibilidad de compararlos.

Con los proyectos que cuentan con datos geográficos se realizaron mapas que indican la distribución de los sitios de muestreo para ambas divisiones en estudio. El principal problema para realizar los mapas se presentó a ver que el Huso y Datum con que se hizo la georreferencia no era el mismo para todos los proyectos, haciendo no factible la inclusión de todos los proyectos en un mapa.

La distribución de los puntos en el mapa de la figura N° 3, y posteriormente en las figuras N° 4 y 5, se muestra que no abarcan toda el área de las Divisiones y que se van repitiendo los mismos puntos a lo largo del tiempo, lo que indica que

esos son los puntos de interés, pero no es posible determinar si hay otros sitios ya muestreados.

En la División Andina los puntos de muestreo se concentran en el lado este del perímetro, cercanos a una Reserva Nacional: Río Blanco, que si bien está en terrenos de Codelco está bajo la administración de Conaf (Corporación Nacional forestal) al momento de una Evaluación de Impacto Ambiental⁸. El motivo de la distribución de los puntos de muestreo está asociado a las necesidades de los proyectos.

En la figura N° 5, que muestra a la División El Teniente, se observa una distribución más homogénea de los sitios muestreados y una mejor cobertura del área de la División, lo que obedece a que los proyectos estudiados son de exploración y expansión.

Las tablas N° 2 y 3, donde se comparan los proyectos con líneas de base de biodiversidad, muestran que no hay patrones de muestreo, ya que en cuanto a estación de año, número de campañas, duración del muestreo y número de sitios muestreados no hay similitudes. Es posible que de acuerdo a la envergadura de cada proyecto existan variaciones en el número de sitios muestreados, pero es necesario definir la época del año y duración de cada muestreo, así como número de campañas para que los resultados obtenidos sean robustos y comparables, y así

⁸ Consulta en línea: (24 de agosto de 2011): <http://www.conaf.cl/conaf/seccion-sistema-nacional-de-areas-silvestres-protégidas-del-estado.html>

ser capaces de caracterizar y cuantificar el componente fauna silvestre (SAG, 2012).

Cabe destacar que, como se mencionó anteriormente, los estudios posteriores al año 2000 son más completos puesto que al menos responden a los parámetros comparados. Además se incorpora el uso del estado de conservación de las especies más vigente: Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) (CONAMA, 2005).

En las tablas se observa que en general no hay un registro de abundancia, disminuyendo la posibilidad de trabajar con los datos aportados por estos informes, por ejemplo en planes de manejo.

Es necesario mencionar que para la elaboración de las líneas de base de biodiversidad aquí estudiadas no siempre se trabajó con especialistas de flora y fauna, esto limita la identificación correcta de todas las especies encontradas. Los especialistas son pocos en Chile y se requiere de mucho tiempo en el campo para desarrollar tal habilidad. En su defecto son necesarias las horas en terreno y guías de campo actualizadas.

Es necesario diseñar la estrategia de muestreo de acuerdo al área a muestrear, pormenorizada en la línea de base, de tal manera que todos los elementos que constituyen el componente ambiental han tenido la misma

posibilidad de ser seleccionados en la muestra, y por lo tanto esta es representativa (SAG, 2012), el área de muestreo debe tener unidades de muestreo representadas en un mapa georreferenciado que permita su visualización superpuesta a los hábitat del área de influencia del proyecto (SAG,2012).

Es importante considerar en los muestreos los hábitos de las especies, esto es periodos de migración o hibernación, para determinar porque están o no en un área determinada.

Los valores obtenidos de riqueza en las tablas N° 4 y 5 reflejan que las características del muestreo influyen en la obtención de resultados, obteniéndose diferencias de 93% y 30% en Andina y El Teniente respectivamente. Esto indica que existe una directa relación entre el esfuerzo de muestreo y la riqueza encontrada.

Junto con el cálculo de riqueza por proyecto, se desglosó el nivel de identificación, este resultado mostró favorablemente que sobre un 70% del total se identificó a nivel de especie.

De las especies identificadas, el grupo taxonómico con más presencia en todos los casos fue flora, y donde hay más organismos identificados a nivel de género, lo que indica que, si bien son el grupo más fácil de encontrar también el más difícil de identificar. Es sabido que el grupo taxonómico flora es el más

abundante en la naturaleza, factor que también influye en su presencia en los muestreos, pero este dato solo impulsa a mejorar los esfuerzos de muestreo para obtener una muestra fidedigna de la realidad.

En base a estos resultados resulta importante proponer la descripción de la metodología utilizada en el levantamiento de información (SAG, 2012), ya sea una toma de datos directa como avistamiento o captura, o indirectas como identificación de evidencias documentadas, aspecto que es de utilidad para determinar porque se encuentran significativamente más especies de flora en comparación a los anfibios.

Como se vio en los resultados, ningún proyecto menciona al grupo de invertebrados. Este grupo es importante para los procesos ecosistémicos y puede explicar distintos procesos, incluso pueden ser usados como indicadores de cambios en los componentes del sistema, por lo tanto es importante incluirlos dentro de los análisis.

El siguiente análisis fue la comparación de sitios muestreados en más de una ocasión. Los resultados que entrega este análisis son pobres porque los porcentajes más altos de coincidencias se obtienen de proyectos que usaron la misma línea de base.

Lo más interesante de estos resultados es que se permitió el uso de información antigua en la elaboración de una línea de base de biodiversidad nueva

por parte de la empresa consultora, lo que genera altos porcentajes de coincidencias enviando el mensaje erróneo de que no ha habido cambios en las comunidades.

Finalmente se compararon las especies registradas en los proyectos con la bibliografía de la zona, en las tablas N° 7 y 8, se observa para ambas Divisiones valores cercanos a 100% de concordancia con la bibliografía.

En el caso de División Andina se encontraron aves y mamíferos que no pertenecen a la zona, esto se puede explicar por procesos migratorios o casos excepcionales. En ambas Divisiones se encuentran especies del grupo taxonómico flora que no están registrados en la bibliografía, estos pertenecen a la familia *Poaceae*.

No es posible determinar porque estos organismos se encuentran en estas áreas ya que no se cuenta con suficiente información.

5. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo al volumen de información entregado y el porcentaje realmente utilizado se tiene que la información es pobre, este es el primer indicador de que las líneas de base de biodiversidad necesitan seguir un estándar mínimo de requisitos para obtener la información necesaria y no subestimada, que sea una muestra de la realidad.

Sin embargo, de acuerdo a los análisis posteriores se muestra que con el paso del tiempo la calidad de la información ha ido mejorando y es más profunda, ya que los estudios que parten en el año 2000 hasta la fecha tienen más y mejor información que los de la década anterior.

En base a eso la elaboración de líneas de base de biodiversidad ha avanzado desde la puesta en vigencia de la ley 19.300, pero aún quedan mucho por mejorar para obtener informes que muestren la realidad de los sitios muestreados.

Se recomienda gestionar la información que ya se tiene en una base de datos, para que los nuevos muestreos sean un aporte a estos y así reflejen plenamente la realidad del sector, es necesario complementar información geoespacial de las Divisiones y así se podrá determinar que especies habitan en

las Divisiones Andina y El Teniente, como es su entorno y como conviven con el impacto que genera una minera.

De acuerdo a esa información se debe solicitar a los consultores que construyen las DIA y los EIA que consideren esta información y la enriquezcan con las campañas de terreno. También se propone crear una planilla base para los muestreos en terreno que permitan establecer y controlar las variables territoriales tales como el Datum y Huso, los días de muestreo, horarios, época del año, metodología de muestreo para cada sitio, etc. En el capítulo de anexos se adjunta una propuesta de planilla con las variables a considerar.

En consideración de estos análisis se extrae la idea de tomar a los sitios de muestreo como comunidades, y se recomienda idear nuevas formas de muestreo que permitan estudiar el comportamiento de estos organismos como parte de un sistema, lo que implica incorporar mediciones de abundancia y monitoreos periódicos, que faciliten la estimación de cambios en las comunidades en sus áreas de influencia, así como la incorporación de invertebrados en los muestreos, puesto que son participantes importantes dentro de una comunidad biológica y medir in situ variables como pH del suelo y temperatura, entre otras, para evaluar cambios debido a los proyectos. Esto se sintetiza en llevar un paso más allá la información que entrega una línea de base de Biodiversidad y utilizarla.

6. Bibliografía

1. Begon, M, Townsend, C. R. & Harper, S. L. 2006. Ecology from individuals to ecosystems. 4^{ta} Ed. Blackwell Publishing 738: 469, 478
2. Belyea, L. R. & Lancaster, J. 1999. Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos* 86: 402 – 416
3. Corporación Nacional del cobre (Codelco). 2012. Reporte de sustentabilidad 2011.80: 20 -21
4. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Unidad de Vida Silvestre y Ecosistemas, Departamento de protección de Recursos Naturales. 2005. Especies Categorizadas en Chile según su Estado de Conservación.
5. Folchi, M, 2009. Política, ambiente y la insustentabilidad de la minería en Chile, En: Schuldt, J. y col: Extractivismo, Política y sociedad. CAAP y CLAES. 225: 84
6. Hoffmann, A 1998. Flora silvestre de Chile: zona central. Cuarta edición. Fundación Claudia Gay. P: 18 – 19, 22 - 23
7. International Council on Mining & Metals (ICMM). 2006. Guía de Buenas Prácticas para la minería y la Biodiversidad 166: 14
8. Jaksic FM 2001. Spatiotemporal variation patterns of plants and animals in San Carlos de Apoquindo, central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 74: 477-502
9. Ley 19.300a, Art.8, párrafo 2, Ley de Bases del Medio Ambiente
10. Ley 19.300b, Título I: disposiciones generales, art.2, letra i, l. Ley de Bases del Medio Ambiente
11. Ministerio de Agricultura, SAG. 2012. Guía de evaluación ambiental: Componente fauna silvestre

12. Naciones Unidas, Cumbre la de Tierra. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas
13. Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental, DS N° 95/2001. Título III: Del los contenidos de los estudios y declaraciones de impacto ambiental, párrafo 1° De los estudios de impacto ambiental, artículo 12, inciso d, e y f
14. Tansley, A. G. 1935. The use and abuse of vegetational Concepts and terms. Oxford University, England
15. Villagrán CM. 1995. Quaternary history of the mediterranean vegetation of Chile. En: Arroyo MTK, PH Zedler & MD Fox (Eds) Ecology and biogeography of Mediterranean ecosystems in Chile, California, and Australia: 3-20. Springer-Verlag, New York, New York, USA.
16. Wilson E. 1997. Introduction. En: Reaka M. et al. (Eds.). Biodiversity II. Joseph Henry Press. Washington DC, EEUU. pp. 1-3.

6. Anexos

A continuación se muestra un modelo de la ficha de muestreo para posteriores monitoreos de las áreas de interés ambiental

Tabla N° 9: Propuesta de ficha de muestreo

Ficha de muestreo	
División	
Zona/ sector de la División	
Comunidad:	
Coordenadas:	
Datum:	WGS 84
Huso	19
Profesional a cargo	
Información bibliográfica	
Puntos muestreados	Puede ser más de uno por comunidad
Método de muestreo	
Superficie del área muestreada	
Estación del año	
Horas de muestreo (día/noche)	
Número de campañas	
Número de días muestreados, por campaña	
Técnicas de captura o marcaje	
Número de estudios realizados anteriormente	
Estado del hábitat	Virgen, intervenido, fragmentado, destruido
Variables abióticas	
<u>Temperatura</u>	
Invierno	
Verano	
Promedio	
<u>Lluvia</u>	
<u>Calidad del suelo</u>	
pH	
Grado de erosión	
Microorganismos	
Otras	
Variables bióticas	
Riqueza (por grupo taxonómico)	
Abundancia (por grupo taxonómico)	
Nivel de registro de especies	Especie
Relaciones comunitarias	
Especies más frecuentes	
Especies foráneas, según definición	
Estado de conservación de las especies	RCE, ley de caza, etc.

Fuente: Elaboración propia