



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS

ANÁLISIS DE FACTORES DETERMINANTES EN LA CALIFICACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS MINEROS EN CHILE

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL DE MINAS

VALERIA IGNACIA GRANDÓN MANRÍQUEZ

PROFESOR GUÍA:
EMILIO CASTILLO DINTRANS

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
TANIA GALARCE CASTRO
NADIA MERY GUERRERO

SANTIAGO DE CHILE

2023

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL DE MINAS
POR: VALERIA GRANDÓN MANRÍQUEZ
FECHA: 2023
PROF. GUIA: EMILIO CASTILLO DINTRANS

ANÁLISIS DE FACTORES DETERMINANTES EN LA CALIFICACIÓN AMBIENTAL DE PROYECTOS MINEROS EN CHILE

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) ha sido una herramienta crucial en la gestión ambiental desde el inicio de su aplicación en el mundo en 1970 y en la actualidad, su papel es fundamental para prevenir y mitigar los efectos adversos de proyectos industriales, particularmente en el sector minero debido al crecimiento de la población y la demanda de recursos naturales. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia de factores determinantes en la calificación de proyectos mineros sometidos a EIA en Chile.

La metodología seguida en este estudio se divide en tres etapas. En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica para identificar variables determinantes en la calificación de proyectos mineros sometidos a evaluación de impacto ambiental en Chile. En segundo lugar, se construyó una base de datos recopilando información desde sus respectivos expedientes de evaluación disponibles en el Servicio de Evaluación Ambiental. Estas variables se agruparon en tres ejes relacionados con el impacto territorial, la institucionalidad y las características propias de cada proyecto. Finalmente, se realizaron análisis univariados y multivariados de los factores determinantes propuestos y la decisión de calificación de los proyectos, utilizando modelos de regresión lineal y logística.

A diferencia de los resultados obtenidos en el análisis particular de cada una de las variables, parámetros que sí presentaban significancia en solitario no la presentan cuando se ajusta el modelo como una combinación de variables, como es el caso del ciclo político, la administración regional, la capacidad de tratamiento o el tamaño del mineral. Lo que se explica en la complejidad de las relaciones entre las variables y a la capacidad del modelo multivariable para capturar esas relaciones de manera más completa en una combinación de ellas en lugar de las variables en solitario.

El modelo final, compuesto por índice de impacto territorial, proyectos previos, año del ciclo político, participación ciudadana, administración regional e inversión, proporciona una aproximación sólida del impacto de estas variables sobre la probabilidad de aprobación de proyectos mineros en la evaluación de impacto ambiental. En el contraste con las hipótesis planteadas para cada variable, se verifica la relación negativa entre un mayor Índice de Impacto Territorial y la calificación del proyecto. Asimismo, se sostiene la relación en forma de "u" invertida para Proyectos Previos. Además, se confirma que los proyectos evaluados en etapas más avanzadas del ciclo político tienen una mayor probabilidad de aprobación, y también, en cuanto a la inversión, se confirma la hipótesis de una relación positiva, donde un aumento en la inversión está asociado con una mayor probabilidad de aprobación.

Finalmente, estos hallazgos proporcionan una comprensión más profunda de los factores que afectan la calificación de proyectos mineros en Chile.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por siempre estar conmigo, apoyándome e impulsándome a llegar más lejos desde que era una niña. A mi mamá por su amor incondicional, su preocupación constante y su esfuerzo por proporcionarme todo lo necesario a mí y mis hermanas, que me dieron la oportunidad de llegar a ser una profesional. A mi Tita, mi segunda madre, por acompañarme siempre en cada paso y brindarme su cariño incondicional. A mis hermanas, Lore y Anto, les agradezco por ser mis compañeras de vida, compartiendo risas y peleas. Espero que nos mantengamos juntas siempre. A mis sobrinitos, Trini, Agus y Francisquito, les agradezco por siempre sacarme una sonrisa y alegrarme por verlos crecer. A mi papá, por su amor e inspirarme con sus ideales.

En segundo lugar, agradezco a todos los amigos que me acompañaron a lo largo de esta etapa. A mis amigos desde primer año: Dania, Marya, Cony, Benja, Álvaro, Flavia y Simón, espero que nos sigamos acompañando en los momentos importantes de nuestras vidas. A los amigos del departamento de minas. A Maquita, por las incontables conversaciones y apoyarme siempre que lo necesité. Y en especial a David Ibaceta, con quién nunca me faltan las risas, las películas, el amor y la confianza.

Por último agradezco a mi profesor guía por darme la oportunidad de desarrollar esta memoria, por su paciencia y su excelente calidad docente. Y a las profesoras miembros de la comisión, gracias por aceptar ser parte de este trabajo y por su disposición a lo largo del proceso.

Tabla de Contenido

1	Introducción	1
1.1	Motivación	1
1.2	Objetivos	2
1.2.1	Objetivo General.....	2
1.2.2	Objetivo Específicos.....	2
1.3	Alcances.....	2
1.4	Estructura	2
2	Antecedentes de Estudio	4
2.1	Evaluación de Impacto Ambiental.....	4
2.1.1	La Evaluación de Impacto Ambiental como herramienta a nivel global	4
2.1.2	Evaluación de Impacto Ambiental y Minería.....	5
2.1.3	Licencia Social para Operar	8
2.1.4	Resultados de Evaluación de Impacto Ambiental a nivel internacional	9
2.2	EIA en Chile	11
2.2.1	Institucionalidad ambiental en Chile	11
2.2.2	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en Chile	11
2.2.3	Situación de la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos Mineros en Chile	14
2.3	Conclusiones del capítulo	17
3	Metodología	18
3.1	Definición de Variables Determinantes	18
3.2	Construcción de Base de Datos.....	21
3.3	Modelo Estadístico	26
3.3.1	Regresión Lineal Logit	26
3.3.2	Software R	27
3.3.3	Criterios de Información de Akaike	28
4	Resultados	30
4.1	Base de datos inicial	30
4.2	Análisis Estadístico Base de datos	32
4.2.1	Variables de Impacto Territorial.....	33
4.2.2	Variables de Institucionalidad	38
4.2.3	Variables de tipo Intrínseco.....	44
4.3	Modelo de Regresión Logística	52
4.3.1	Elección de Radio de Índice de Impacto Territorial.....	52
4.3.2	Selección de Modelo	52

4.3.3	Modelo de Regresión Logística Final.....	58
5	Conclusiones	61
6	Bibliografía.....	63
7	Anexos.....	66

Índice de Figuras

Figura 2.1	Diagrama de Flujo de una DIA que ingresa al SEIA.	13
Figura 2.2	Diagrama de Flujo de una DIA que ingresa al SEIA.	14
Figura 4.1	Filtración de proyectos para construcción de base de datos.	30
Figura 4.2	Tasa de aprobación/rechazo y número de proyectos ingresados por región.	31
Figura 4.3	Proyectos ingresados por año.....	32
Figura 4.4	Tasa de aprobación según índice de impacto territorial.....	34
Figura 4.5	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según cantidad de proyectos aprobados previamente.	35
Figura 4.6	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según su uso de agua continental.	37
Figura 4.7	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según ciclo político.	38
Figura 4.8	N° de proyectos evaluados en cada gobierno según año del ciclo político.....	39
Figura 4.9	Evolución de tasa de aprobación a través de los años según ciclo político.	40
Figura 4.10	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por región.....	41
Figura 4.11	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por zona geográfica.	42
Figura 4.12	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados con y sin participación ciudadana.	43
Figura 4.13	N° de preguntas respondidas en proyectos mineros calificados con participación ciudadana.	43
Figura 4.14	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por vida útil declarada.	45
Figura 4.15	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por capacidad de tratamiento.	46
Figura 4.16	Porcentaje de proyectos por tipo de mineral principal extraído.....	47
Figura 4.17	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por tipo de mineral.	48
Figura 4.18	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según cantidad de mano de obra requerida.	49
Figura 4.19	Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según inversión. ...	51
Figura 4.20	Matriz de correlación entre variables determinantes propuestas.	57

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Servicios que más se pronunciaron respecto de los proyectos mineros ingresados entre los años 2011 y 2016. (Kutscher & Cantallopts, 2017).....	15
Tabla 3.1 Fuente bibliográfica de variables determinantes.	19
Tabla 3.2 Hipótesis del impacto de las variables determinantes.	20
Tabla 3.3 Resumen variables determinantes.	26
Tabla 3.4 Variables y sus respectivos tipos de dato en R.....	28
Tabla 4.1 Tiempo de permanencia en el SEIA.....	32
Tabla 4.2 Índices de impacto territorial en función del radio de la zona de influencia.....	33
Tabla 4.3 Modelo de regresión lineal univariable del estado de calificación del proyecto en función del índice territorial.	34
Tabla 4.4 Modelo de regresión logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del índice territorial.	34
Tabla 4.5 Proyectos previamente aprobados.	35
Tabla 4.6 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de los proyectos previos.	36
Tabla 4.7 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del uso de agua de fuente continental.	37
Tabla 4.8 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del uso del ciclo político y el año del ciclo político.	40
Tabla 4.9 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la zona geográfica.	42
Tabla 4.10 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la realización del proceso de participación ciudadana y del número de preguntas que se realizan.	44
Tabla 4.11 Vida útil proyectos calificados.....	44
Tabla 4.12 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la vida útil declarada.	45
Tabla 4.13 Capacidad de tratamiento de proyectos calificados.....	46
Tabla 4.14 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la capacidad de tratamiento.....	47
Tabla 4.15 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del tipo de mineral principal a extraer.	48
Tabla 4.16 Mano de Obra de proyectos calificados.....	49
Tabla 4.17 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la mano de obra requerida.....	50
Tabla 4.18 Inversión de proyectos calificados.	50
Tabla 4.19 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la inversión declarada.	51
Tabla 4.20 Comparación de Radios con que se calcula Índice de Impacto Territorial.	52
Tabla 4.21 Modelo de Regresión Logística Base.	53
Tabla 4.22 Alternativas de modelos de regresión con mejores AIC.	56
Tabla 4.23 Modelo de Regresión Logística.....	58
Tabla 7.1 Proyectos descartados de base de datos.....	66

1 Introducción

1.1 Motivación

Desde la creación de la evaluación de impacto ambiental como herramienta de gestión ambiental en 1970 en Estados Unidos, su aplicación ha sido incorporada por casi todos los países del mundo. En particular, en Chile, fue incorporada en 1992, evidenciando el reconocimiento global de su relevancia como herramienta de gestión ambiental.

El constante aumento de la población actual ha significado una creciente demanda de materias primas, generando una explotación de recursos naturales que sobrepasa en ocasiones la capacidad de equilibrio de los ecosistemas. Es aquí donde la Evaluación de Impacto Ambiental tiene un rol fundamental en la actualidad como una medida de prevención y mitigación de los efectos adversos que generan los distintos proyectos industriales, en especial del sector minero.

La evaluación de Impacto ambiental tiene una gran relevancia dentro del desarrollo de cualquier proyecto minero. La decisión del Servicio de Evaluación Ambiental define el destino del proyecto evaluado, dado que sin su aprobación este no puede continuar a las siguientes etapas de desarrollo. La no aprobación de un proyecto significa una pérdida de recursos y tiempo tanto para el titular como para el sistema que lo gestiona. Se vuelve necesario estudiar al sistema de evaluación para comprender el proceso y que logre ser llevado de forma óptima por las autoridades a cargo y los titulares que presentan nuevos proyectos.

Los estudios realizados en torno al sistema de evaluación de impacto ambiental se han centrado, principalmente, en analizar la forma en que el proceso de evaluación es llevado cabo más que en las razones que llevan a las entidades responsables a tomar las decisiones sobre los proyectos evaluados, limitándose a evaluaciones de tipo cualitativas cuando se trata de los factores que podrían influir en la calificación obtenida por un proyecto.

En este estudio, se busca identificar cuáles son los factores determinantes en la calificación de un proyecto minero que se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) chileno y realizar una evaluación cuantitativa de la influencia de cada uno de ellos sobre la decisión final del proceso.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la influencia de los factores determinantes para la calificación de un proyecto minero sometido a una evaluación de impacto ambiental en Chile.

1.2.2 Objetivo Específicos

- Distinguir principales impactos de la actividad minera que afecten su proceso de calificación ambiental.
- Relacionar el proceso de evaluación ambiental en Chile con factores determinantes en la calificación de los proyectos mineros en Chile, en base a información histórica.
- Formular un modelo estadístico que permita cuantificar la influencia de los factores determinantes en la evaluación.
- Analizar las implicancias de los resultados del modelo para las inversiones mineras en Chile.

1.3 Alcances

La investigación presentada en este trabajo se limita a los proyectos ingresados al SEIA chileno pertenecientes sólo al sector minero, excluyendo los proyectos relacionados a la extracción de petróleo, áridos y turba; ingresados bajo la regulación actual del sistema, abarcando los proyectos ingresados entre el 24 de diciembre del 2013 hasta el 31 de diciembre del 2022, cuyo estado sea desistido o calificado como aprobado o rechazado. Además, el análisis estadístico realizado a las variables determinantes se limita a un enfoque causal, no predictivo.

1.4 Estructura

- Capítulo 1: Se presenta la introducción de la memoria entregando un contexto a la realización de este trabajo, compuesta por la motivación y los objetivos, general y específicos, además de los alcances del estudio.
- Capítulo 2: En esta sección se entrega un marco teórico para el estudio, presentando una revisión de la literatura disponible identificando los conceptos y definiciones claves de la evaluación de impacto ambiental, enmarcado en el contexto actual, su aplicación a nivel global y específicamente, del sistema chileno,
- Capítulo 3: Se detalla la metodología de trabajo, definiendo las variables determinantes en el proceso de calificación y se explica el análisis estadístico que se aplicará a la base de datos construida a partir de la información dispuesta por el SEA.

- Capítulo 4: Se entregan los resultados obtenidos a partir la aplicación del modelo estadístico, cuantificando la influencia de los factores determinantes en la evaluación de impacto ambiental.
- Capítulo 5: Por último, se establecen las conclusiones obtenidas a partir del trabajo realizado.

2 Antecedentes de Estudio

2.1 Evaluación de Impacto Ambiental

2.1.1 La Evaluación de Impacto Ambiental como herramienta a nivel global

La Evaluación de Impacto Ambiental es un instrumento de política ambiental consistente en un proceso jurídico-administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de estos, todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las distintas administraciones públicas competentes. (Ferrer, 2015a) La EIA fue incorporada como una herramienta de gestión ambiental por primera vez en Estados Unidos en 1970 por la NEPA: Ley Nacional de política ambiental. Medida seguida posteriormente por países como Australia, Canadá, Suecia y Nueva Zelanda con mecanismos de monitoreo ambiental de similares características (Rodríguez-Luna et al., 2021).

En 1992, como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo se elaboró la Declaración de Río el Medio Ambiente y el Desarrollo donde se proclaman 27 principios que reúnen los estándares de cooperación necesaria entre los Estados, los sectores claves de la sociedad y las personas para contrarrestar el declive de la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial (ONU, 1992). Entre estos, el principio 17 define la EIA como la herramienta de gestión medioambiental a aplicar a nivel global, citando:

Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente.

Lo anterior motivó la expansión del uso de esta herramienta a otras naciones, como el caso de Chile, que la implementa en 1994, con la aprobación de la Ley N°19300. Ya para el año 2012, un total de 191 países había adoptado el procedimiento de la EIA para la toma de decisiones en la realización de proyectos (Rodríguez-Luna et al., 2021).

Aunque esta herramienta es ampliamente aplicada a nivel global, no se encuentra estandarizada, y de acuerdo con diferentes autores la adopción de la EIA depende de su aplicabilidad bajo el marco legal y los estándares ambientales propios de cada país o región. (Ferrer, 2015a; Fonseca & Gibson, 2021; Rodríguez-Luna et al., 2021)

2.1.2 Evaluación de Impacto Ambiental y Minería

El crecimiento de la población ha significado un aumento de la urbanización y por consiguiente, una necesidad más grande de infraestructura básica como construcciones residenciales e industriales. Esto en combinación con el objetivo de un futuro bajo en carbono, que ha significado un avance de las tecnologías energéticas de este tipo, configuran un escenario actual marcado por una creciente demanda de productos mineros e industriales, en especial de metales de transición energética, llevando al sector minero a ubicarse dentro de los sectores productivos más relevantes para diversas economías alrededor del mundo. Según Marimuthu et al.(2021), la economía de alrededor de 70 países, tanto de altos ingresos como de bajos ingresos, dependen directamente de la actividad minera, como es el caso de Chile.

Aunque la minería provee el input para el desarrollo de otras industrias que son vitales para el sustento del bienestar de la población y el funcionamiento de economías globales, la creciente tasa de explotación de recursos naturales aplica un estrés sobre los ecosistemas de las localidades extractivas, generando impactos negativos tanto en el ámbito medioambiental como social. Esto le entrega relevancia a la aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental como herramienta en la contención de los efectos negativos de la industria minera, y en la búsqueda de un suministro sostenible de materias primas.(Ferrer, 2015b; Ibáñez López, 2017; Marimuthu et al., 2021b)

Para que una mina sea sustentable, Laurence (2011) ya establecía hace una década, que los líderes de la operación debían enfocar sus esfuerzos en gestión ambiental en 5 áreas: *Seguridad, medio ambiente, economía, eficiencia y comunidad*, optimizando la vida útil de la mina, resultando en la maximización de beneficios para la comunidad y contribuyendo a la aceptación social del sector productivo. Esta conclusión, se obtuvo tras la revisión de las causales de cierre prematuro de 1000 minas alrededor del mundo entre los años 1981 y 2005, donde se identificó que los principales motivos recaían en el agotamiento de los recursos y el contexto económico: bajos precios del mineral y altos costos de explotación. Además se destaca como los principales impactos medioambientales que quedan tras el cierre de operación de estas minas se vinculan a los desechos generados, la pérdida de suelo por las operaciones open pit y el daño a la calidad del agua de las fuentes naturales cercanas.

Con el objetivo de medir el estrés generado sobre las localidades extractivas como resultado de la sobreexplotación de recursos naturales presente, en el estudio de Lèbre et al. (2020) se desarrollan indicadores globales para cuantificar esta problemática. Concordando con las áreas de enfoque que identificó Laurence, los autores identificaron las siguientes dimensiones que configuran los impactos generados por la actividad minera agrupadas en 3 tipos:

1. dimensiones ambientales, que incluye los residuos generados, el gasto y efectos sobre las fuentes de agua y la conservación del ecosistema circundante;

2. dimensiones sociales, que consideran el uso del suelo, la relación con las comunidades y la vulnerabilidad social que puede ser generada por la puesta en marcha de proyectos mineros;
3. y por último, la dimensión global de gobernanza, que considera la administración pública a cargo de distintos procesos involucrados en el desarrollo de un proyecto.

La evaluación de impacto ambiental tiene un papel fundamental en la administración medioambiental, y es importante que considere todas las dimensiones identificadas anteriormente en la toma de decisiones a la hora de calificar un proyecto que podría afectar el medio ambiente. Sin embargo, de acuerdo con Preston (2021) existen algunas deficiencias presentes en su aplicación que se relacionan con el alcance de los impactos directos e indirectos del proyecto, la consideración del efecto acumulativo y la duración del propio proceso de evaluación. Es un desafío para la Evaluación de Impacto ambiental lograr considerar el efecto combinado de las diferentes acciones individuales que por sí solas se consideran insignificantes pero que en conjunto son el resultado de variados impactos medioambientales. El autor propone que la Evaluación de Impacto Ambiental debe buscar incorporar en la toma de decisiones los impactos acumulativos del proyecto con otros proyectos, incluyendo operaciones existentes, proyectos aprobados pero que aún no están en operación, y proyectos que están por ser aprobados.

Un segundo aspecto que debe tomar relevancia en la planificación de un proyecto y su posterior evaluación, según Lechner et al. (2017), corresponde a la coexistencia presente en las regiones mineras entre la extracción de recursos minerales energéticos y los usos establecidos en la zona previo al desarrollo del proyecto minero, destacando el uso de tierra en agricultura y la conservación ecológica. Respecto a este último punto, hay otros autores (Kobayashi et al., 2014; Marimuthu et al., 2021a) que coinciden en la relevancia de los potenciales impactos negativos sobre la biodiversidad que podrían resultar del desarrollo de un proyecto minero, considerando su cobertura terrestre y la superposición de las actividades mineras con áreas protegidas.

Con el interés de cuantificar el estrés ejercido por las actividades extractivas de metales sobre la biodiversidad presente en las áreas de conservación superpuestas con el área de influencia de la operación, en 2014 se realizó un análisis basado en datos globales que cubren 700 minas de hierro, cobre, bauxita, zinc y plomo alrededor del mundo, creando el primer índice cuantitativo para evaluar el impacto que tiene la extracción de metales sobre la biodiversidad (MiBiD), índice adimensional, que representa la magnitud de la presión de un proyecto minero sobre la biodiversidad en el área afectada, basado en la relación geográfica entre la cobertura del suelo, las áreas protegidas y las operaciones mineras, (Kobayashi et al., 2014). Como resultado, los autores señalan que la industria debe tomar en cuenta su impacto sobre la biodiversidad en términos de ciclos de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta el retiro del producto. Además de identificar diferencias en la intensidad de los impactos sobre la biodiversidad dependiendo del mineral explotado, específicamente, se identificó que las minas de cobre impactan la biodiversidad en mayor intensidad que las minas que extraen cualquier otro mineral.

Esto último, lleva a considerar al tipo de mineral que se quiere explotar en un proyecto como un posible factor de relevancia dentro de la toma de decisiones llevada a cabo en la evaluación ambiental de un proyecto minero. Respaldo por los hallazgos de otros estudios como Lèbre et al. (2020), donde se hace hincapié en el aumento de la demanda de los principales metales, convirtiendo el hierro y el cobre como minerales más susceptibles a perturbar en mayor medida la tierra; o Laurence (2011), donde se identificó que las minas con cierre prematuros, es decir, operaciones no sostenibles, correspondían principalmente a operaciones que explotan Cobre, Níquel, Oro y Carbón.

Por último, en términos de la consideración de los potenciales impactos sobre la biodiversidad dentro de una Evaluación de Impacto Ambiental. De acuerdo con (Alonso et al., 2020) las principales amenazas y desafíos que se presentan en los ecosistemas andinos chilenos corresponden al crecimiento de las áreas urbanas, cambio de uso de suelo, ampliación de la infraestructura de transporte, contaminación del aire y la contaminación por ácido sulfúrico de los cuerpos de agua por la actividad minera. Los autores plantean que si bien en Chile se avanza en la elaboración de políticas para que las empresas titulares se hagan cargo de la mitigación de los daños generados sobre la biodiversidad, existe cierta ineficiencia en la aplicación de las medidas de compensación, la falta de compromisos en una gran proporción de proyectos, además de la ausencia de un registro sistemático de los efectos provocados sobre la biodiversidad por los proyectos que ya se encuentran en operación.

2.1.3 Licencia Social para Operar

El rechazo social hacia los proyectos industriales, específicamente hacia el sector minero, es un problema medianamente nuevo para la industria que ha tomado gran relevancia en las últimas décadas, intensificado por la visibilidad de los efectos negativos que puede acarrear una operación no sostenible. El fenómeno de la globalización ha facilitado el acceso a la información por parte de las comunidades y organizaciones interesadas en evitar la realización de proyectos, además de facilitar su comunicación y organización, manifestándose en fenómenos como el NIMB: not in my backyard o no en mi patio en Europa, que se interponen al crecimiento desmedido de la explotación de recursos naturales efectuada por este sector económico en el contexto de una creciente necesidad de materias primas. (Badera, 2014)

De acuerdo con diversos autores (Lechner et al., 2017; Sinan & Erzurumlu, 2015; Sinclair et al., 2008), la participación ciudadana es fundamental dentro del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. Su realización desde etapas tempranas provee un suelo fértil para la evaluación, siendo un factor clave en el éxito de la calificación de un proyecto. Los autores concuerdan en que en la planificación de cualquier proyecto se debe tener un enfoque que reconozca la naturaleza compleja de los sistemas sociales en los que existe el sector minero, adaptando la extracción de los recursos, ya sea minerales o energéticos, a la coexistencia con los usos preestablecidos de las tierras como la agricultura o la conservación ecológica, colocando a las comunidades locales en el centro de las actividades de desarrollo.

La aplicación de un enfoque participativo resulta en una toma de decisiones clara, transparente e inclusiva de todas las partes involucradas, evitando los potenciales conflictos ambientales y sociales, que significan las decisiones unilaterales. La consideración de los intereses de los stakeholders no sólo en la planificación operativa de la mina, sino que incluso en los planes de cierre traen resultados más sustentables, dado el impacto social, económico y cultural que trae este proceso a la comunidad. Esto le entrega relevancia en el proceso de evaluación ambiental no sólo al nivel de participación ciudadana que se alcanza durante el proceso, si no que a otros factores, tales como la duración del proyecto. (Demirkan et al., 2022).

Los potenciales conflictos sociales que significan el desarrollo o planeación de un proyecto minero tienen sus principales causas en las preocupaciones presentes en la población. De acuerdo con Mancini & Sala (2018), a la población le concierne principalmente en el sector minero los impactos negativos relacionados con el uso de tierra y los que afectan la salud y los derechos humanos, Mientras que Hilson (2002) apunta a las malas comunicaciones y accidentes ambientales que son altamente prevenibles como los responsables de las disputas por el uso de la tierra entre las minas y las comunidades aledañas. En contraste, se identifican como impactos positivos para la comunidad los beneficios provenientes de los ingresos y la generación de empleo.

La participación ciudadana, en específico, la manera en que las comunidades afectadas pueden expresar su disconformidad o desaprobación de un nuevo proyecto se materializa en las

vías ofrecidas por el propio proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, en el caso de Chile por medio de preguntas que se le pueden hacer llegar durante el proceso de evaluación al titular, y de manera no oficial, las comunidades se manifiestan de manera pública en reacción a la realización de los proyectos. En particular para el caso de los pueblos nativos, la Convención de Pueblos Indígenas y Tribales de 1989 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT 169) exige que el estado consulte con los pueblos nativos afectados por el nuevo desarrollo antes de aprobarlo. La OIT 169 se encuentra ratificada por 15 de los 22 gobiernos de América Latina y el Caribe, entre ellos por Chile. (Jaskoski, 2021)

De acuerdo con Prno (2013), no sólo basta conseguir la aprobación administrativa para lograr el desarrollo exitoso de un proyecto minero, el titular debe lograr una licencia adicional conocida como Licencia Social para Operar (LSO) para lograr un desarrollo exitoso del proyecto planeado. Los autores reconocen 5 aspectos a considerar para obtenerla: (1) El contexto en el que se enmarca el desarrollo del proyecto es clave, (2) la SLO se construye en base a las relaciones entre todos los entes afectados e involucrados, (3) la sustentabilidad es un aspecto de importancia para las comunidades, (4) la provisión de beneficios locales y la participación pública cumplen un rol crucial y (5) es necesaria una adaptabilidad para manejar la complejidad del asunto.

En resumen, las comunidades en todo el mundo demandan mayor participación en la toma de decisiones en proyectos locales. Dejando en evidencia la necesidad de mejora en las técnicas empleadas en la realización de la consulta comunitaria en el marco de la Evaluación de Impacto ambiental. Para lograr esto, se debe emplear mayor esfuerzo por parte de las administraciones ambientales a cargo, potenciando una participación informada por parte de las comunidades afectadas, incluyendo a las comunidades indígena; se debe considerar la superposición de áreas previamente destinadas a otros usos (agrícola, vivienda, conservación de biodiversidad, fuentes de agua) con el área de influencia del proyecto y se debe asegurar la provisión de paquetes de compensación adecuados para las comunidades. La combinación de estas medidas contribuiría a disminuir y prevenir las disputas entre las minas y las comunidades locales.

2.1.4 Resultados de Evaluación de Impacto Ambiental a nivel internacional

En general, la literatura en torno a la Evaluación de impacto ambiental se enfoca en el proceso que implica una evaluación medioambiental, y la consideraciones que se deberían incorporar en la toma de decisiones. Sin embargo, los estudios en torno a los resultados obtenidos en la calificación de proyectos mineros son escasos.

A nivel global, la cantidad de los proyectos calificados como rechazados es mucho menos que los proyectos aprobados. Evaluar la ocurrencia de rechazos de proyectos en la Evaluación de Impacto Ambiental es un análisis de mayor complejidad, esto debido a que el proceso comprende varias etapas, en las que se puede considerar el estado rechazado de un proyecto, no sólo a la calificación administrativa como tal, sino como al abandono del proyecto por parte del titular en etapas intermedias o la desestimación de los proyectos debido a la falta de presentación de estudios

necesarios, falta de documentación o una preparación del proyecto que no cumple con los estándares mínimos para su evaluación.

Dentro de la breve literatura que se enfoca en la incidencia de los estados de calificación de los proyectos, los autores (Fonseca & Gibson, 2021; Milman & Evershed, 2015) señalan que las razones más frecuentes de rechazo de un proyecto en la evaluación de impacto ambiental están relacionadas a los siguientes aspectos:

- Ubicación sensible
- Impactos biofísicos
- Impactos socioeconómicos
- Conflictos con valores públicos locales
- Efectos acumulativos
- Problemas indígenas
- Lentitud del proceso

Las justificaciones relacionadas a una ubicación sensible del potencial proyecto son las más recurrentes de acuerdo con Fonseca & Gibson (2021), lo que posicionaría a la ubicación del proyecto como un factor determinante dentro de la evaluación.

Cabe mencionar, que es importante considerar en el análisis de la Evaluación de impacto ambiental la jurisdicción en la cual se está desarrollando, los autores coinciden en que la toma de decisiones en el proceso de evaluación depende directamente del marco legal bajo el cual se aplica, lo que lleva a suponer que la deliberación del estado de un proyecto dentro de este proceso podría depender de la administración local que está a cargo de su aplicación y del contexto o ciclo político en el que avanza el proceso.

Los análisis de incidencia de los posibles estados de calificación que pueden resultar en una evaluación ambiental llevan a discutir cuál es el rol de la Evaluación de Impacto Ambiental en el avance hacia un futuro más sustentable. Los hallazgos de los diferentes autores indican que es necesario trabajar en la construcción de una EIA que deje de ser una herramienta de mitigación solo a corto plazo, y tome en consideración en sus decisiones los potenciales efectos biofísicos adversos de los proyectos a largo plazo, que proponga compensaciones justas y que presente transparencia en las decisiones tomadas, configurándose como una herramienta compleja que responda a las necesidades actuales en el ámbito de la sustentabilidad.

2.2 EIA en Chile

2.2.1 Institucionalidad ambiental en Chile

La institucionalidad ambiental en Chile está marcada por los siguientes hitos en su historia (Kutscher & Cantalloppts, 2017; Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), 2023)

1. En el año 1994, se aprueba la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), la cual tiene por objetivo asegurar a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. La promulgación de esta ley significó la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), estableciendo la obligación de cualquier proyecto o actividad susceptibles de causar impacto ambiental a someterse al SEIA.
2. En el año 2005, un informe de la OCDE titulado “Evaluación de Desempeño Ambiental”, plantea la necesidad de la existencia de instituciones del área ambiental con mayor peso político y el fortalecimiento de los marcos normativos, y por consiguiente, el fortalecimiento de las instituciones ambientales que participan de los procesos de evaluación ambiental.
3. A partir de esto último, en el año 2010, se promulga la Ley N° 20.417, modificación a la Ley 19.300, que crea el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) a cargo de la política y regulación de la materia, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) que tiene por objetivo la administración del SEIA, la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) encargada de las fiscalizaciones, sanciones y seguimiento de los instrumentos establecidos en la ley y los Tribunales Ambientales cuya función es resolver las controversias medioambientales de su competencia.
4. En noviembre de 2013, se actualiza el reglamento del SEIA por Decreto Supremo N°40, con el objeto de adecuar el reglamento original a las modificaciones introducidas por la Ley N° 20.417, aplicándose a los proyectos ingresados a partir del 24 de diciembre de 2013. En este se definen bajo 6 tipologías los proyectos pertenecientes al sector productivo “Minería”. Este representa un cambio importante en la manera que se lleva el proceso de evaluación ambiental en Chile.

2.2.2 Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en Chile¹

El Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA) es un instrumento de gestión ambiental de carácter preventivo que permite a la autoridad determinar antes de la ejecución de un proyecto si, en primer lugar, cumple con la legislación ambiental vigente y, en segundo lugar, se hace cargo de los potenciales impactos ambientales significativos que resultarían de su operación.

¹ Toda la información del proceso de evaluación de impacto ambiental en Chile es extraída desde la página web del Servicio de Evaluación Ambiental.

El SEIA es administrado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) que cumple la función de uniformar los criterios comunes para evaluar cada tipo de proyecto que ingresa al sistema, además de fomentar y facilitar la participación ciudadana. El SEA es un organismo público funcionalmente descentralizado, existiendo una administración independiente en cada región, que desarrolla la evaluación de los proyectos ubicados dentro de su territorio, además de un SEA central que se hace cargo de los proyectos interregionales.

Los proyectos que ingresan al sistema se someten a la evaluación mediante 2 tipos de instrumentos: Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o Declaración de Impacto Ambiental (DIA), dependiendo si genera o no, respectivamente, uno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley N°19.300.

Una vez ingresado, el proyecto pasa por un test de admisibilidad donde se comprueba que la documentación presentada cuente con los contenidos mínimos exigidos por el reglamento para cada tipo de instrumento. Si el proyecto ingresado aprueba el test, se emite una Resolución de admisibilidad, y continúa en el proceso iniciando la etapa de calificación, si no, se determina el estado del proyecto como *No Admitido a Calificación*.

Cuando un proyecto es admitido a calificación el SEA solicita su evaluación a los servicios sectoriales competentes, municipalidad/des afectada/s por el proyecto, Gobierno regional y a la autoridad marítima, si corresponde al caso. Si los Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental (OAECA) identifican la falta de información relevante y esencial, o que el proyecto ingresó al sistema bajo el instrumento DIA, cuando debía ser EIA, se emite una resolución de término anticipado por parte del SEA, y el proyecto se determina como *No Calificado*. En el caso de los proyectos que siguen en el sistema, cada órgano se debe pronunciar como “inconforme” o “con Observaciones” si identifica la presencia de errores, omisiones o inexactitudes en la documentación, como “conforme” en el caso contrario o que “no participa” si considera que no es de su competencia la evaluación. Si un servicio no se pronuncia en el plazo estipulado, se asume “conforme” con el proyecto.

Una vez que se acaba el plazo de pronunciamiento para los OAECA, 15 días en el caso de una DIA y 30 días en el caso de una EIA, el SEA recopila las observaciones y elabora el Informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones y/o Ampliaciones (ICSARA), el cual debe ser respondido por el titular del proyecto con una Adenda, la cual contiene la documentación requerida y la respuesta a consultas ciudadanas, si es que existen para el caso de la EIA. Este proceso se puede repetir 2 veces, y excepcionalmente, una tercera vez, según el Reglamento del SEIA.

Si no se identifican errores, omisiones o inexactitudes en la DIA/EIA o en su respectiva Adenda por parte de los OAECA, el SEA elabora el Informe Consolidado de Evaluación (ICE), a partir del cual la comisión de Evaluación o el director ejecutivo del SEA regional, por medio de la

emisión de una Resolución de Calificación Ambiental (RCA), califica el proyecto como *Rechazado* o *Aprobado*.

Cabe mencionar que el titular de un proyecto, ingresado como EIA o DIA, tiene la posibilidad de decidir no seguir adelante con el proceso emitiendo una Solicitud de Desistimiento en cualquier etapa que se encuentre la evaluación, resultando en la determinación del proyecto como *Desistido*.

En la Figura 2.1 y Figura 2.2 , se presentan 2 diagramas que permiten visualizar el proceso descrito para una Declaración de Impacto Ambiental y para un Estudio de Impacto Ambiental, respectivamente.

En resumen, son 6 los estados principales, en los que se pueden encontrar los proyectos ingresados al sistema de evaluación, disponibles en la base de datos del SEIA, los cuales son No Admitido a Calificación, No Calificado, Rechazado, Aprobado, Desistido y En Calificación.

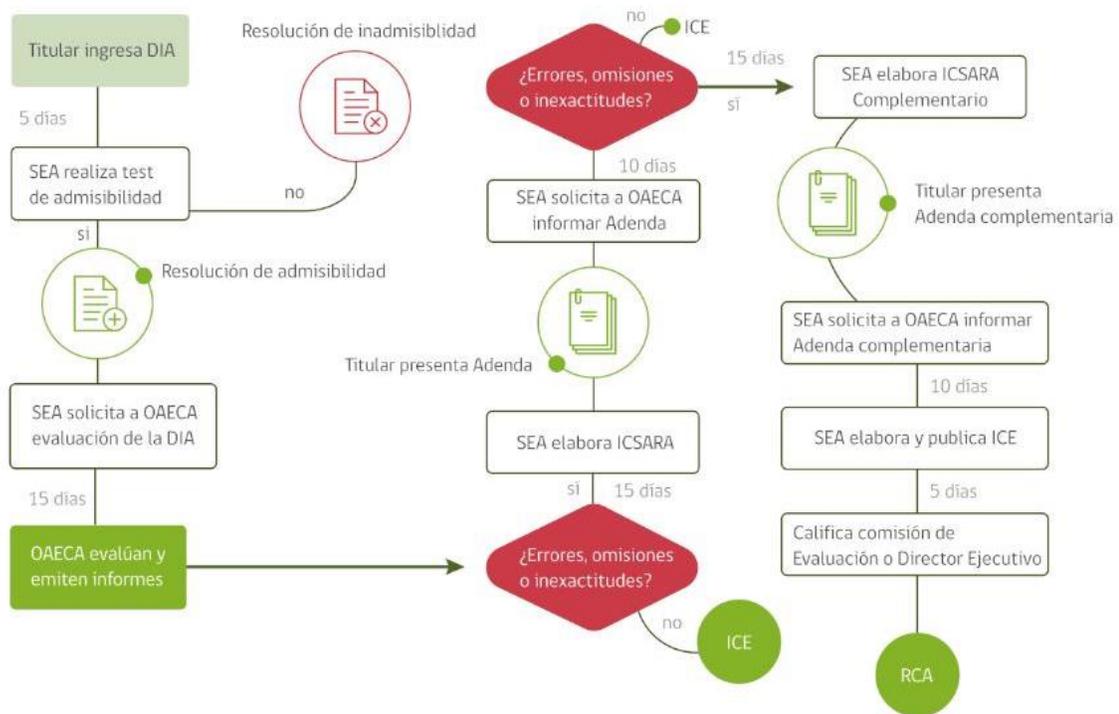


Figura 2.1 Diagrama de Flujo de una DIA que ingresa al SEIA.
 (Fuente: SEA, <https://www.sea.gob.cl/>)

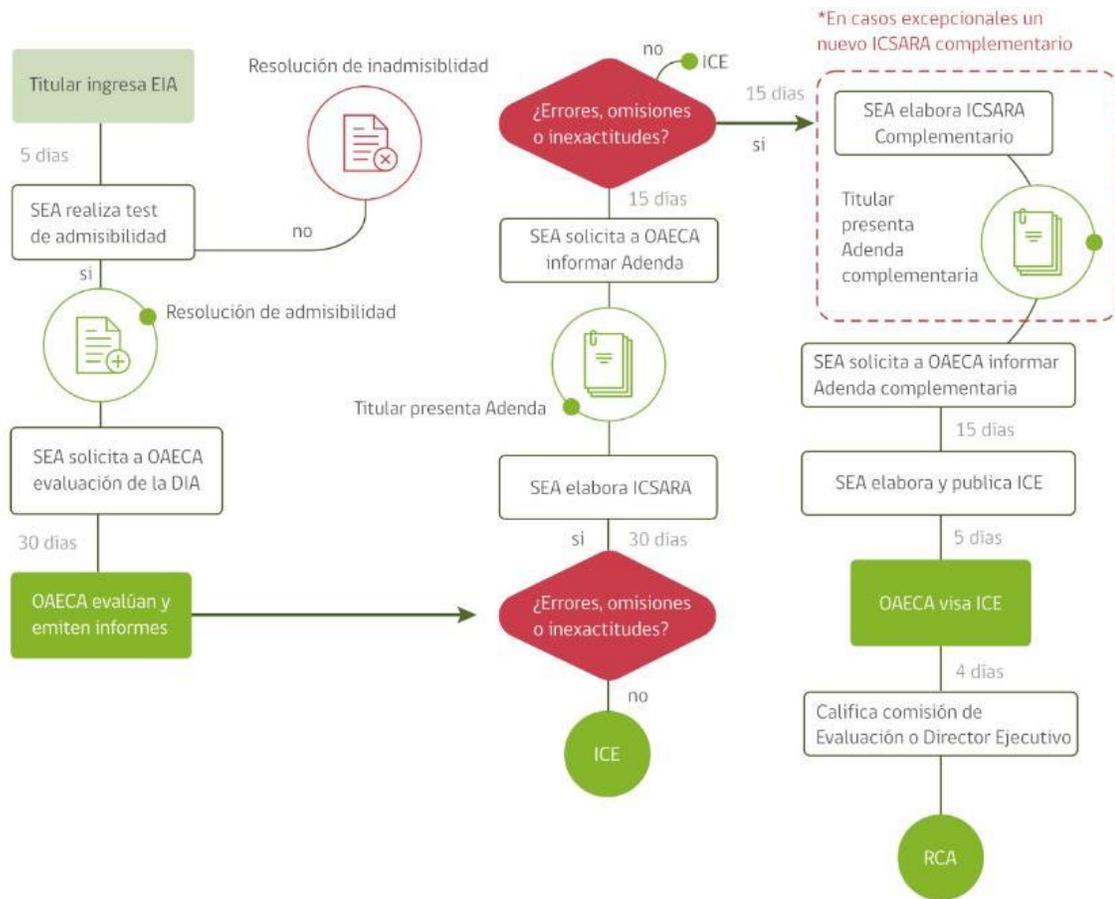


Figura 2.2 Diagrama de Flujo de una DIA que ingresa al SEIA.
(Fuente: SEA, <https://www.sea.gob.cl/>)

2.2.3 Situación de la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos Mineros en Chile

De acuerdo con el análisis desarrollado por Cochilco (Kutscher & Cantalloppts, 2017) a la evaluación de impacto ambiental de proyectos pertenecientes al sector minero, ingresados entre 2011 y 2016, un 50% de los proyectos que ingresa al sistema no son aprobados, destacando un alto porcentaje que no son admitidos a tramitación (19%) o que fueron desistidos por su titular (16%). Estos proyectos, sumados a los no calificados, tienden a ser reingresados, lo que resulta en una recarga innecesaria del sistema y una inversión de tiempo para los servicios en la solicitud de nuevos estudios pertinentes, y por consiguiente, un daño a la imagen institucional.

La alta tasa de proyectos ingresados que termina como no admitido a tramitación es resultado, principalmente, de la deficiencia presente en la elaboración de los informes de evaluación ambiental, los cuales tienden a carecer de los contenidos mínimos requeridos y de estudios relevantes, tales como estudios hidrológicos, de dispersión de contaminantes, de emisión de contaminantes, de presencia de flora y fauna, de planes de relocalización de especies, y antropológicos, que son cruciales en la definición los potenciales impactos de la operación del proyecto evaluado. (Kutscher & Cantalloppts, 2017)

Dentro de este grupo, llama la atención que una mayor proporción de ellos pertenece a la mediana minería, es decir, proyectos con producción menor a las 10.000 tpd: Entre 2011 y 2016 sólo un 8% de los proyectos de gran minería no fueron admitidos a tramitación, mientras que para la mediana minería este porcentaje alcanza una cifra del 23%, lo que se podría explicar en una menor experiencia en la elaboración de informes o la falta de recursos para la realización de estudios más específicos, cuyo costo es elevado, por parte de este estrato de la minería. Esta diferencia también se refleja en la proporción de proyectos aprobados de cada estrato, en el caso de la gran minería un 65% de los proyectos fue aprobado en este período, mientras que para la mediana minería sólo un 45%.

Los proyectos que sí son admitidos a tramitación entran al proceso de evaluación, el que se basa principalmente en el pronunciamiento de los diferentes servicios regionales pertinentes a petición del SEA. Del total de proyectos que ingresaron a esta etapa, entre los años 2011 y 2016, un 74% fue comentado por los servicios, pronunciándose dentro de las 4 posibles maneras mencionadas anteriormente, dominando el pronunciamiento “con observaciones”. Los servicios que más se pronunciaron dentro de la ventana de tiempo evaluado por el estudio se registran en la Tabla 2.1. Dada la importancia de esta etapa en la evaluación, se vuelve relevante poner especial atención en la posición que proclaman estos servicios ante la evaluación de cada proyecto y el nivel de acuerdo que existe entre ellos.

Tabla 2.1 Servicios que más se pronunciaron respecto de los proyectos mineros ingresados entre los años 2011 y 2016. (Kutscher & Cantallopis, 2017)

Lugar	Servicio	Porcentaje de pronunciamiento
1	SERNAGEOMIN	97,0%
2	Dirección General de Aguas	96,7%
3	Servicio Agrícola y Ganadero	96,4%
4	Ministerio de Salud	96,1%
5	Ministerio de Medio Ambiente	92,3%
6	CONAF	91,7%
7	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	88,4%
8	SERNATUR	87,5%

En cuanto a los proyectos que entran a calificación, la proporción de los proyectos que son aprobados es mucho mayor que los proyectos rechazados. Por ejemplo, entre los años 2011 y 2016, de los 366 proyectos ingresados, que pasaron al período de evaluación, se aprobó un 62% vs un 2% de proyectos que fue rechazado. (Kutscher & Cantallopis, 2017). Entre las principales razones que justifican el rechazo de proyectos mineros en Chile se encuentran, según Ibáñez (2017):

1. En el caso de los Estudios de Impacto Ambiental, el no demostrar que el proyecto se hace cargo de los impactos negativos “significativos” con medidas de mitigación, reparación o compensación equivalentes al impacto.
2. El incumplimiento de normativas ambientales, o procedimientos no ahondados en las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) o Estudios de Impacto Ambiental (EIA), y

que podría causar daños ambientales o ser perjudiciales para las personas y el medio, como por ejemplo, emisiones contaminantes a la atmósfera, condiciones laborales insuficientes (atmósfera de trabajo, ruido, vibraciones y energía), o bien disposiciones de residuos de diferentes orígenes, entre otras.

El estudio desarrollado por Ibáñez (2017), analiza los 48 proyectos calificados como rechazados ingresados entre los años 2005 y 2014, identificando la justificación entregada para esta calificación y clasificándole dentro de 5 categorías, correspondientes a la principal componente ambiental que motivó la decisión: Suelo, Recursos hídricos, Aire, Flora y Fauna. Como resultado para la mayoría (31%) su rechazo recae en una combinación de 2 o más de las categorías mencionadas, seguido por la componente “Aire” (25%), que hace referencia a las emanaciones atmosféricas, como material particulado y emanaciones de ruido, la componente “Agua” (23%), que abarca las problemáticas con los permisos relacionados del sector sanitario, obras hidráulicas y contaminación de napas y cauces naturales. El resto se justifica para un 13% en el daño a la componente ambiental “Suelo”, un 4% para la componente “Flora” y un 4% para la componente “Fauna”.

Además de estas componentes, este estudio identificó que los principales efectos que potencialmente podían generar los proyectos rechazados se encontrarían dentro de las letras a) y b) del artículo 11 de la Ley N°19.300, correspondientes al potencial riesgo de salud para la población producto de efluentes, emisiones o desechos y a los efectos adversos significativos sobre recursos naturales renovables, respectivamente. Condiciones en las que se ha visto particularmente afectadas las regiones con mayor presencia de actividad minera, por lo que el autor sugiere darles mayor relevancia a los potenciales efectos de un proyecto sobre las zonas cercanas, considerando dentro de las evaluaciones de impacto ambiental los efectos acumulativos que generan los proyectos ubicados en ecosistemas ya recargados con proyectos previos.

Análisis más recientes del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental chileno critican, que aun cuando la conservación de la biodiversidad se ha vuelto un desafío a nivel global en búsqueda de mantener el funcionamiento de nuestros ecosistemas, en Chile aún existe una disociación entre el desarrollo de las actividades económicas y la conservación del medio ambiente, restándole relevancia a la protección de la biodiversidad en la toma de decisiones. Carranza et al. (2020) identificó un total de 283 proyectos de 14 diferentes sectores productivos que amenazan a la biodiversidad y el bienestar humano, dominando el sector energético y el minero. De estos proyectos 101 destacan por ubicarse en las cercanías de Áreas de Alto Valor de Conservación (HCVAs), lo que genera conflictos socioambientales.

Por último, la participación ciudadana es un aspecto importante a revisar. Los potenciales impactos de un proyecto sobre áreas de interés para las comunidades cercanas pueden desencadenar preocupación y, por consiguiente, conflictos. Según la teoría, una participación ciudadana temprana podría contribuir a la resolución de estos conflictos y a un más expedito desarrollo de la evaluación en curso. Pero de acuerdo con Ocampo-Melgar et al. (2019), tras la revisión del proceso

de evaluación de 10 proyectos de la gran minería, evaluados entre 2001 y 2010, se observa que en Chile la participación ciudadana temprana está marcada por una falta de rigurosidad, al ser un proceso voluntario y no regulado, que es mezclado, en ocasiones, con el proceso de la consulta indígena. Como resultado, el autor observa que la participación ciudadana no tiene gran impacto en la definición de medidas de mitigación que presentan los proyectos ingresados, lo que finalmente arriesga la generación de insatisfacción en la población sobre los acuerdos alcanzados y no evita los conflictos, fallando en su objetivo.

2.3 Conclusiones del capítulo

En primer lugar, se establece la Evaluación de impacto ambiental como un proceso crítico en el desarrollo de la industria minera, como etapa decisiva en la obtención de permisos de operación y como herramienta en la contención de los efectos adversos generados por esta industria.

En segundo lugar, existe un consenso en la literatura de la necesidad de seguir trabajando en la mejora del sistema de evaluación a nivel global, como por ejemplo una potencial estandarización del proceso que logre considerar de manera combinada los potenciales efectos tanto adversos como positivos del desarrollo del proyecto evaluado. En especial se remarca la necesidad de considerar los efectos acumulativos dentro del proceso de evaluación y entregar mayor relevancia a la participación ciudadana como base para el desarrollo de un proceso exitoso.

Por último, se identifican como variables determinantes en la toma de decisiones de calificación de proyectos mineros del SEIA chileno la superposición del proyecto con áreas destinadas a otros usos previos como agricultura, conservación de biodiversidad o comunidades, la explotación de fuentes naturales de agua, los residuos generados, el contexto en el que se ubicaría el proyecto evaluado: ciclo político en el que se evalúa, administración regional que aplica el proceso y efectos acumulativos que se generarían de la combinación de los efectos del propio proyectos con proyectos industriales que ya se desarrollan en la zona, vida útil del proyecto, capacidad de producción, tipo de mineral, superficie que se quiere utilizar, indicadores económicos como número de puestos de empleos o inversión y el nivel de participación ciudadana que se logró en el proceso.

3 Metodología

En este capítulo se presentará el paso a paso realizado para cumplir con los objetivos del presente trabajo. A grandes rasgos, la metodología aplicada para desarrollar este trabajo consiste en las siguientes tareas, una vez recopilada la información presentada en la revisión bibliográfica.

1. Revisión Bibliográfica
2. Definición Variables determinantes en el proceso de calificación
3. Construcción de Base de Datos
4. Formulación Modelo Estadístico
5. Cuantificación de influencia de variables
6. Analizar las implicancias de los resultados del modelo para las inversiones mineras en Chile

3.1 Definición de Variables Determinantes

A partir de la información recopilada en la revisión bibliográfica, se identificaron un total de 13 variables que podrían incidir en la toma de decisiones en el proceso de calificación de evaluación de impacto ambiental del sistema chileno de proyectos mineros. Este conjunto de variables es agrupado en torno a 3 ejes: impacto territorial, institucionalidad y características intrínsecas de cada proyecto.

A continuación, se presenta una breve definición para cada una de estas variables identificadas:

1. **Superposición:** Superposición de área de influencia del proyecto con terrenos dedicados a otros fines económicos o de interés para la comunidad por su importancia cultural o riqueza natural, específicamente, terrenos destinados a:
 - a. **agricultura,**
 - b. **asentamientos humanos,**
 - c. **comunidades indígenas,**
 - d. zonas protegidas por el valor de su **biodiversidad** y,
 - e. **fuentes de agua continental.**
2. **Tamaño de Footprint:** Superficie total declarada a ser usada como parte del proyecto.
3. **Residuos Generados:** Cantidad de residuos masivos generados, tales como estéril, ripios de lixiviación o relaves.
4. **Efectos acumulativos:** Presencia de proyectos mineros previamente aprobados dentro del área de influencia del proyecto ingresado.
5. **Uso de Agua Continental:** Extracción de agua desde fuentes naturales continentales que no habían sido explotadas con anterioridad para usar en el proyecto.
6. **Ciclo Político:** Período de gobierno operante al momento de la resolución de la evaluación.

7. **Año del Ciclo Político:** año del ciclo político en curso al momento de la calificación del proyecto.
8. **Administración Regional:** Dado que cada región tiene su SEA regional, se considera su administración como una determinante en la toma de decisiones.
9. **Participación Ciudadana:** Existencia de participación por parte de la población potencialmente afectada por el desarrollo del proyecto durante el proceso de evaluación, ya sea comunidades indígenas, ambientales, representantes de habitantes.
10. **Vida útil:** Duración estimada del proyecto declarada por el titular.
11. **Capacidad de Tratamiento/ Producción de Mineral:** Tamaño del proyecto medido como la capacidad de tratamiento, en el caso de que el proyecto involucre una planta, o capacidad de producción de mineral, para el caso de un proyecto meramente extractivo.
12. **Tipo de Mineral:** Tipo de mineral principal a extraer.
13. **Actividad económica:** Medición de la potencial actividad económica generada por la puesta en marcha del proyecto ingresado. Considerando:
 - a. **Mano de Obra**
 - b. **Inversión**

En la Tabla 3.1, se registran las variables, clasificadas según los ejes mencionados, en conjunto con su respectiva fuente bibliográfica, en la que se basó su determinación como factor determinante.

Tabla 3.1 Fuente bibliográfica de variables determinantes.

N°	Variable	Eje temático	Base Bibliográfica
1	Fuentes de agua	Impacto Territorial	(Alonso et al., 2020; Carranza et al., 2020; Cereceda-Balic et al., 2022; Fonseca & Gibson, 2021; Hilson, 2002; Kobayashi et al., 2014)
	Terrenos para agricultura		
	Asentamientos humanos		
	Biodiversidad		
	Comunidades indígenas		
2	Tamaño footprint		(Hilson, 2002)
3	Residuos generados		(Lèbre et al., 2020)
4	Efectos acumulativos		(Alonso et al., 2020; Preston, 2021)
5	Uso Agua Continental		(Lèbre et al., 2020)
6	Ciclo político	Institucionalidad	(Fonseca & Gibson, 2021)
7	Año del ciclo político		
8	Administración regional		

9	Participación ciudadana		(Ocampo-Melgar et al., 2019; Sinclair et al., 2008)
10	Vida útil		(Demirkan et al., 2022)
11	Capacidad de Tratamiento/ Producción mineral (Tamaño)		(Kutscher & Cantallopts, 2017)
12	Tipo de mineral		(Laurence, 2011; Lèbre et al., 2020)
13	Actividad económica	Mano de Obra	(Mancini & Sala, 2018)
14		Inversión	

Intrínseco

Como última parte de la definición de las variables determinantes propuestas, en la Tabla 3.2 se presentan para cada variable la hipótesis de su impacto sobre la calificación de la evaluación de impacto ambiental de un proyecto, en las que se basara este estudio:

Tabla 3.2 Hipótesis del impacto de las variables determinantes.

N°	Variable	Hipótesis de impacto
1	Superposición	A mayor área de influencia superpuesta con áreas de interés cultural, social o de riqueza natural, disminuyen las probabilidades de que el proyecto en cuestión sea aprobado.
2	Tamaño footprint	A mayor superficie a utilizar declarada, disminuyen las probabilidades de que el proyecto en cuestión sea aprobado.
3	Residuos generados	A mayor cantidad de residuos generados que afectaran nuevas superficies, disminuyen las probabilidades de que el proyecto en cuestión sea aprobado.
4	Efectos acumulativos	A mayor cantidad de proyectos previamente aprobados cercanos a la ubicación del proyecto evaluado, disminuyen las probabilidades de que sea aprobado
5	Uso Agua Continental	Declarar intenciones de uso de agua de fuentes continentales con motivo de la operación, disminuyen las probabilidades de que el proyecto evaluado sea aprobado.
6	Ciclo político	Se postula que el resultado obtenido en la calificación depende del ciclo político a cargo en el momento que se califica el proyecto.
7	Año del ciclo político	A mayor tiempo transcurrido del ciclo político en el que se califica el proyecto, mayor probabilidad de obtener un resultado positivo.
8	Administración regional	Se postula que la decisión de la calificación de la evaluación depende de la autoridad a cargo del proceso, en este caso, autoridad regional.
9	Participación ciudadana	A mayor participación de la ciudadanía en el proceso de evaluación ambiental de un proyecto, mayores probabilidades de ser aprobado.

10	Vida útil		Un proyecto de mayor duración tiene mayores probabilidades de ser aprobado.
11	Capacidad de Tratamiento/ Producción mineral (Tamaño)		Un proyecto de mayor tamaño tiene mayores probabilidades de ser aprobado.
12	Tipo de mineral		Se postula que el resultado obtenido en la calificación de la evaluación ambiental depende del tipo de mineral principal a extraer.
13	Actividad económica	Mano de Obra	Un proyecto que represente un mayor crecimiento en la actividad económica tiene mayores probabilidades de ser aprobado.
14		Inversión	

3.2 Construcción de Base de Datos

La construcción de la base datos, se inició con la descarga del listado de proyectos, que califican dentro de los alcances especificados, desde la plataforma web que dispone el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: sea.gob.cl. En esta plataforma es posible acceder a los expedientes de evaluación de los proyectos ingresados al sistema, disponiendo de un buscador en el cual se pueden aplicar los siguientes filtros:

- Región
- Tipo de presentación: EIA/DIA
- Fecha de presentación
- Fecha de calificación
- Estado del proyecto: referente a la etapa del proceso de evaluación en la que se encuentra el proyecto.
- Sector productivo.

En línea con los alcances especificados, se limitó la búsqueda a los proyectos pertenecientes al sector productivo minero y a los presentados entre las fechas del 24 de diciembre de 2013, fecha en que comienza a regir la regulación actual, hasta el 31 de diciembre de 2022. De estas búsquedas, la plataforma permite descargar un archivo Excel en el que se listan los proyectos que cumplen con los filtros seleccionados, incluyendo el link que lleva al expediente de la evaluación de cada uno, además de los siguientes datos de cada proyecto: Nombre, Tipo (EIA/DIA), Región, Comunas, Provincias, Tipología de acuerdo con el reglamento de la evaluación de impacto ambiental (Apartado i. Sector Minero), Titular, Inversión, Fecha de Presentación, Fecha de Calificación y coordenadas de ubicación: Latitud y Longitud de Punto Representativo.

Con el archivo Excel base obtenido de la búsqueda en la plataforma, se procedió a filtrar el total de proyectos que constituyen la muestra de datos con la que se trabajó posteriormente. En primer lugar, el estudio se concentró en proyectos de tipología i.1, referentes a proyectos de desarrollo minero que involucran la extracción o beneficio de uno o más yacimientos, y cuya capacidad de extracción mineral supera las cinco mil toneladas mensuales, según el reglamento de

evaluación de impacto ambiental. Esto implicó excluir los proyectos relacionados a la prospección de minerales (i.2), manejo de residuos (i.3), explotación de Petróleo o gas (i.4), explotación de áridos (i.5) y extracción de turba (i.6). En segundo lugar, otro aspecto que se tomó en cuenta a la hora de reducir la muestra corresponde al estado de la calificación del proyecto. Dado que este trabajo busca relacionar las variables identificadas con un resultado final en la calificación de los proyectos, la muestra de datos se constituyó con los proyectos que tuvieron efectivamente una calificación final, es decir, aprobados y rechazados, y además se consideraron los proyectos con estado Desistido. Si bien no es posible asociar con total certeza las causales de un proyecto desistido, para el análisis se asume que un proyecto desistido equivale a un rechazo, pues la acción del titular del proyecto insta a suponer que el proyecto no sería aprobado con las condiciones en que se presentó. Esto significa, que se excluyó de la muestra los proyectos No admitidos a tramitación, No calificados y los que actualmente se encuentran En Calificación.

Una vez reducida la muestra de datos, se accedió al expediente de Evaluación de Impacto Ambiental de cada proyecto desde ellos vínculos disponibles en el archivo Excel. En este expediente es posible encontrar los diferentes documentos presentados a lo largo del proceso, como el Estudio o Declaración de Impacto Ambiental, los oficios de pronunciamiento de los diferentes servicios, ICSARAS, Adendas, Anexos de Participación Ciudadana, Resoluciones, entre otros.

Desde el Excel base fue posible extraer, directamente, la información de las variables:

- *Ciclo político*: se definió como una variable categórica en que se le asignó un valor igual a 1 para los proyectos calificados en el primer periodo de gobierno de Sebastián Piñera, 2 para el segundo gobierno de Michelle Bachelet, 3 para el segundo período de Sebastián Piñera y 4 para los proyectos evaluados durante el gobierno de Gabriel Boric.
- *Año del Ciclo Político*: se calcula en función de la fecha de calificación y la fecha de inicio del ciclo político en curso cuando se realiza la calificación del proyecto, tomando valores del 1 al 4.
- *Administración Regional*: esta variable corresponde directamente a la región en que se ubica el proyecto y por consiguiente, el servicio que estuvo a cargo de la evaluación, correspondiendo a una variable de tipo categórica.
- *Inversión*: se definió como el monto de inversión expresado en MUSD.

Desde los informes de DIA/EIA y Adendas se extrajo la información para las variables:

- *Tamaño de Footprint*: definida como la superficie total declarada, expresada en hectáreas.
- *Residuos Generados*: se calculó como la suma total de los millones de toneladas generados y depositados en superficie de relaves, lastre, ripios y rechazos, expresada en millones de toneladas.

- *Uso de Agua Continental*: de acuerdo con lo indicado en el informe, si se señala la existencia de aprovechamiento de agua natural desde fuentes continentales para su uso dentro del proyecto, se asigna a la variable un valor igual a 1, y 0 en caso contrario. No se consideró como uso de agua continental proyectos donde se señala que se utilizarían derechos de agua aprobados en proyectos previos, donde se usará agua desalada ni proyectos donde el agua es provista por terceros autorizados.
- *Participación ciudadana*: en el caso de que exista participación ciudadana, las comunidades interesadas hacen llegar al titular preguntas sobre la información expuesta en los informes presentados, las cuales son resueltas en las adendas del proyecto. Esta variable se midió como el número de preguntas respondidas por el titular.
- *Vida útil*: corresponde a la duración estimada del proyecto declarada por el titular del proyecto. Se mide en años.
- *Capacidad de Tratamiento/ Producción de mineral*: en el caso de que el proyecto involucre el tratamiento de mineral en una planta, se define como la capacidad de tratamiento de esta. Por otro lado, si sólo se realiza la extracción del mineral, esta variable corresponde al ritmo de producción de mineral. Medida en miles de toneladas por día (ktpd).
- *Tipo de Mineral*: se definió como una variable categórica, según el principal mineral extraído en el proyecto, tomando 3 posibles valores: *Cobre*, *Otros Mineral* y *No Metálico*, según corresponda.
- *Mano de Obra*: a esta variable se le asignó el valor de la mano de obra promedio a trabajar en etapa de operación declarada por el titular.

Para la medición de la variable *Efectos Acumulativos*, se descargó el listado total de proyectos pertenecientes al sector minero con estado de calificación Aprobado, calificados antes de la fecha de término del período estudiado desde la plataforma del SEIA. Haciendo un cruce de este listado con la muestra de datos del estudio, se realizó la contabilización del total de proyectos aprobados previamente a la fecha de presentación al SEIA de cada uno de los proyectos de la base de datos inicial, que se ubican en un radio de 10 km. Este radio se fija considerando el impacto de una operación minera sobre la calidad del aire, teniendo en cuenta que el radio de impacto de planta de chancado se acerca a los 5km y en una mina el levantamiento de polvo de sus caminos internos son los que más generan emisiones.

Por último, para la variable de *Superposición*, se utilizó la herramienta ArcMap, aplicación del software ArcGis, la cual permite visualizar y trabajar con información geográfica como una colección de capas y otros elementos sobre un mapa. Haciendo uso de este software fue posible contrastar la información de los mapas que contienen la información de las zonas dedicada a otros fines cercanas al proyecto con el área de influencia de cada uno de los proyectos.

En primer lugar, se descargaron los mapas vectoriales que contienen la delimitación de las zonas dedicadas a otros fines de cada subvariable de Superposición. Para el caso particular de las zonas dedicadas a la agricultura no fue posible acceder a una base de datos donde se delimite las áreas dedicadas a esta actividad, debido al carácter confidencial indicado por el Instituto Nacional de Estadística de estos terrenos, por lo que no es posible incluir esta variable en la base de datos.

- *Fuentes de Agua:* Desde el Sistema Nacional de información ambiental (SINIA), se accedió al mapa vectorial de Aguas continentales, el cual contiene la información de embalses, esteros, lagos, lagunas, quebradas, ríos y salares a lo largo del país. (Fuente: IDE SINIA, <https://arcgis.mma.gob.cl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=d729006ab0504a4da34389798b6d7156>, visitado en junio de 2023)
- *Asentamientos Humanos:* Desde la web de la Biblioteca de Congreso Nacional (BCN) fue posible acceder al mapa vectorial Áreas urbanas, el cual contiene la delimitación de las áreas pobladas de todo el territorio chileno. (Fuente: Mapoteca de BCN, https://www.bcn.cl/siit/mapas_vectoriales, visitado en abril de 2023)
- *Biodiversidad:* Desde el Sistema Nacional de información ambiental (SINIA), se accedió al mapa vectorial de Áreas Silvestres Protegidas, el cual contiene los sitios protegidos bajo el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), el cual se encuentra a cargo de la conservación del patrimonio ambiental como parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales. (Fuente: IDE SINIA, <https://arcgis.mma.gob.cl/portal/apps/webappviewer/index.html?id=d84d24a643524ba7b9459851110ef2a4>, visitado en abril del 2023)
- *Comunidades Indígenas:* Desde las bases de datos de CONADI fue posible acceder al mapa vectorial de Comunidades Indígenas, el cual contiene los puntos representativos de la ubicación de las zonas en donde se desarrollan diferentes comunidades indígenas, a diferencia de las otras variables en que los mapas vectoriales disponen de polígonos. (Fuente: Sistema de Información Territorial Indígena (SITI) CONADI, <https://siic.conadi.cl/>, visitado en abril de 2023)

En segundo lugar, el siguiente paso para el cálculo de las variables Superposición fue la creación de la zona de influencia de cada proyecto en ArcMap. Esto se hizo utilizando la herramienta *buffer*, la cual permite crear circunferencias de igual radio en torno a un conjunto de puntos que se le entregue. Gracias al dato de longitud y latitud del punto representativo de cada proyecto registrado en el archivo Excel inicial descargado desde el SEIA, fue posible ubicar en el software a los proyectos de la muestra de datos. Con este listado y haciendo uso de la herramienta *buffer* se crearon áreas de influencia en torno a los proyectos de 1, 3, 5, 10, 20 y 50 km.

El tercer paso para la obtención de la variable superposición consistió en la aplicación de la herramienta *intersect*, la cual permite calcular la intersección geométrica entre entidades

contenidas en distintas capas de información dentro del software. En este caso, se realizó la intersección de la capa de polígonos que representan las zonas de influencia (para cada uno de los radios señalados) con la capa de polígonos que delimitan las áreas dedicadas a otros fines, para el caso de la variable de fuentes de agua, asentamientos humanos y biodiversidad, y también, con la capa de puntos que representa la ubicación de las zonas de interés en el caso de las comunidades indígenas. Como resultado se obtiene una tercera capa de entidades que contiene los polígonos o puntos, dependiendo del caso, resultantes de la intersección.

Un vez realizada la intersección de capas, por un lado, para la variable de fuentes de agua, asentamientos humanos y biodiversidad se definió la variable Superposición como la suma de km^2 de las áreas de intersección entre de la zona de influencia de cada proyecto y las zonas dedicadas a otros fines circundantes. Por otro lado, para la variable de comunidades indígenas, se definió como el número de comunidades que se ubican dentro del radio del área de influencia de cada proyecto. Esto se repitió para cada valor de radio de influencia que se evaluó.

Debido a que el tamaño de la muestra resultó ser muy reducido para la cantidad de posibles variables determinantes que se identificaron, se decidió crear un índice único que representara la información de las variables de superposición, tamaño footprint y residuos generados en un solo valor llamado *Índice territorial*. El índice de impacto territorial permite medir el impacto que tiene sobre el territorio circundante la realización del proyecto evaluado, considerando el área de la zona de influencia del proyecto en que se pueden encontrar fuentes agua, asentamientos humanos y zonas protegidas por su biodiversidad, el número de comunidades indígenas que residen dentro de esta zona de influencia, además de la superficie a intervenir y la cantidad de residuos a generar declarados por el titular del proyecto. La suma de estas 6 subvariables normalizadas por rango permite obtener una medida para el impacto territorial que genera cada proyecto en un valor adimensional, que podría moverse entre 0 y 6, donde 0 representaría una nula presencia de fuentes de agua, asentamiento humanos, zonas protegidas y comunidades indígenas dentro del área de influencia definida por el radio escogido, la falta de generación de residuos masivos y una superficie a intervenir declarada por el titular igual a cero. Por el contrario un número 6 representa que cada una de estas 6 subvariables es igual a 1, lo que significa que cada una de ellas toma el valor máximo respectivo.

Recapitulando, en la Tabla 3.3 se resumen las variables consideradas determinantes en la evaluación de impacto ambiental que serán aplicadas en la construcción del modelo estadístico, presentando cada variable con su respectivo tipo y unidad de medida.

Tabla 3.3 Resumen variables determinantes.

N°	Variable	Tipo	Unidad
1	Fuentes de agua	Numérica	Adimensional
	Asentamientos humanos	Numérica	
	Biodiversidad	Numérica	
	Comunidades indígenas	Numérica	
	Tamaño footprint	Numérica	
	Residuos generados	Numérica	
2	Efectos acumulativos o Proyectos previos	Numérica	Adimensional
3	Uso Agua Continental	Categórica	Adimensional
4	Ciclo político	Categórica	Adimensional
5	Año de Ciclo Político	Numérica	Años
6	Administración regional	Categórica	Adimensional
7	Participación ciudadana	Numérica	Adimensional
8	Vida útil	Numérica	Años
9	Capacidad de Tratamiento/ Producción mineral (Tamaño)	Numérica	Ktpd
10	Tipo de mineral	Categórica	Adimensional
11	Actividad	Mano de Obra	Adimensional
12	económica	Inversión	MUSD

3.3 Modelo Estadístico

3.3.1 Regresión Lineal Logit

Para determinar si, efectivamente, las variables identificadas impactan en la resolución final del proceso de evaluación de impacto ambiental de los proyectos mineros y en qué medida lo hacen, se buscará formular un modelo de regresión logística multivariable.

La regresión lineal logit, también conocida como regresión logística, es una elección común para modelar la relación entre un conjunto de variables predictoras y una respuesta binaria por varias razones, entre ellas (Moral, 2016; Wooldridge, 2009):

1. **Naturaleza de la variable de respuesta:** Cuando la variable de respuesta es binaria no es apropiado utilizar una regresión lineal ordinaria, ya que esta asume una variable de respuesta continua. La regresión logit es una alternativa adecuada diseñada específicamente para manejar este tipo de datos binarios.
2. **Función de enlace logit:** La regresión logit utiliza la función logit (logaritmo de la razón de probabilidades) como función de enlace para modelar la probabilidad de que ocurra el evento de interés. Esta función transforma las probabilidades lineales

en el intervalo $(0, 1)$ a una escala logarítmica que cubre todo el rango de los números reales. Esto es esencial para modelar de manera efectiva las probabilidades de una respuesta binaria.

3. **Interpretación intuitiva:** En un modelo de regresión logit, los coeficientes se interpretan en términos de cambios en el logaritmo de la razón de probabilidades. Esto facilita la interpretación de cómo cada variable predictora afecta las probabilidades de éxito o fracaso. Por ejemplo, un coeficiente positivo indica que un aumento en la variable predictora está asociado con un aumento en las probabilidades de que ocurra el evento.

En resumen, la regresión lineal logit se ajusta a las necesidades de este trabajo, de modelar la relación entre las variables determinantes que plantea a la literatura y la respuesta binaria que se obtiene tras la clasificación del proyecto al término del proceso de evaluación de impacto ambiental, ya sea aprobado o rechazado².

3.3.2 Software R

La elección de utilizar la herramienta R para modelar el modelo de regresión logística logit en este trabajo se basa en que: R es un software de código abierto ampliamente utilizado en la comunidad científica y empresarial. Es una opción accesible gracias a su disponibilidad gratuita y el constante desarrollo por parte de la comunidad de usuarios, aplicada ampliamente al análisis estadístico y la modelación de datos.

Por otra parte, R ofrece una amplia gama de paquetes y bibliotecas disponibles, con los cuales es posible desarrollar el modelos de regresión logística logit objetivo de este trabajo, permitiendo, además, acceder a una amplia gama de gráficos y herramientas de visualización de datos que facilitan la interpretación de los resultados.

Tras la construcción de la base datos como se detalló en la sección anterior, se cargan cada una de las variables mencionadas en la Tabla 3.3, en la unidad mencionada. Con el fin de simplificar los nombres de las variables para su manipulación en el software, se le asigna una abreviatura a cada una, las cuales se resumen en la Tabla 3.4. Para una correcta lectura de los datos es necesario definir las variables de tipo categórica como *factor*, las variables de números continuos como *Num* y las variables de números discretos como *Integer*, lo que se detalla en la misma tabla.

² Para efectos del análisis econométrico se asumen los proyectos desistidos como rechazados

Tabla 3.4 Variables y sus respectivos tipos de dato en R.

		Abr.	Tipo de dato
R	Estado del Proyecto	Estado	Factor
Variables Independientes	1 Índice Territorial (1km -50km)	IT1km – IT50km	Num
	2 Proyectos Previos	PP	Integer
	3 Uso Agua continental	AFC	Factor
	4 Ciclo Político	CP	Factor
	5 Año de Ciclo Político	ACP	Integer
	6 Administración Regional / Zona	AR	Factor
	7 Participación Ciudadana	PAC	Integer
	8 Vida útil	VU	Num
	9 Capacidad de tratamiento	CT	Num
	10 Tipo de Mineral	TM	Factor
	11 Mano de Obra	MO	Integer
	12 Inversión	Inv	Num

R: Variable respuesta.

3.3.3 Criterios de Información de Akaike

El Criterio de Información de Akaike (AIC, por sus siglas en inglés, Akaike Information Criterion) es una medida estadística que se utiliza para seleccionar la mejor opción entre modelos estadísticos.

El AIC es una medida que evalúa la calidad de un modelo estadístico teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales: su capacidad para ajustarse a los datos observados y su capacidad de evitar el sobreajuste. El AIC busca encontrar un equilibrio entre la bondad del ajuste del modelo y su complejidad. Cuanto menor sea el valor de AIC, mejor se considera el modelo. (Martínez et al., 2009)

El AIC se calcula de la siguiente manera:

$$AIC = -2 * \ln(L) + 2 * k$$

Donde:

- $\ln(L)$ es el logaritmo natural de la verosimilitud del modelo, que representa la capacidad del modelo para explicar los datos observados.
- k es el número de parámetros del modelo. Cuantos más parámetros tenga el modelo, mayor será su complejidad y, por lo tanto, mayor será el valor de AIC.

Haciendo uso de la herramienta R, se llevó a cabo un análisis de relación univariable entre cada factor propuesto como determinante y la respuesta del proceso de evaluación ambiental, para luego avanzar a un análisis multivariable.

Para este análisis multivariable, en primer lugar, usando la herramienta R, combinado con la aplicación del criterio AIC y el análisis previo del efecto esperado por el índice de impacto territorial, se definió el radio con el que se calcula el valor índice territorial que mejor se ajusta, para continuar a la próxima y última etapa del trabajo.

Como siguiente paso, utilizando el software R, se obtuvo todas las combinaciones de variables posibles, para proceder a calcular el modelo de regresión logístico de cada una de estas combinaciones, registrando el AIC de cada uno de estos modelos. Este listado, permitió ordenar según su valor de AIC, es decir, según su ajuste, los posibles modelos de regresión y se extrajeron los 6 mejores candidatos según el criterio mencionado.

Luego, se escogió el modelo más apropiado de acuerdo con el criterio AIC y los antecedentes estudiados. Para finalizar el trabajo con un análisis de la variables que conforman este modelo, revisando el sentido y significancia del efecto de estas variables sobre la evaluación de impacto ambiental, contrastando con las hipótesis planteadas.

4 Resultados

4.1 Base de datos inicial

Como se indicó en la sección anterior, la primera etapa de este trabajo consiste en la construcción de una base de datos inicial a partir de la filtración de los datos en función de los alcances establecidos. La Figura 4.1, permite visualizar este proceso, cuyo resultado se presenta en esta sección.

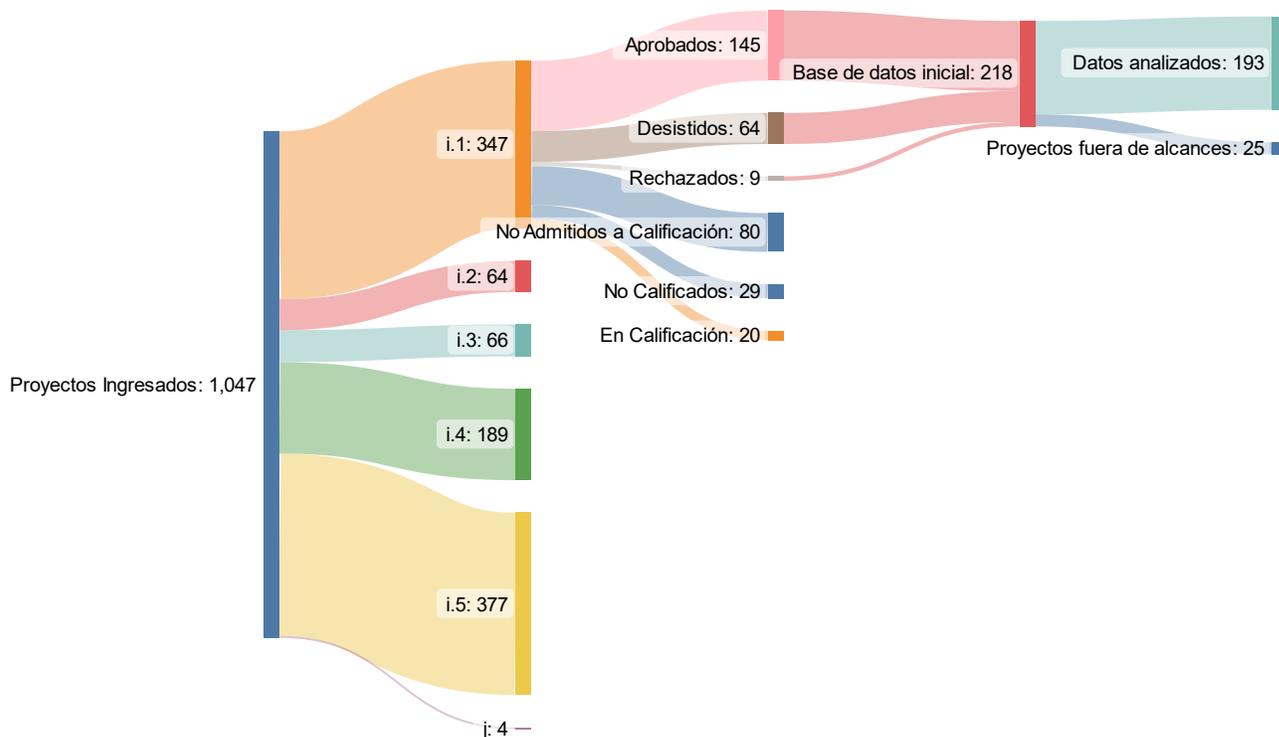


Figura 4.1 Filtración de proyectos para construcción de base de datos.

Entre las fechas del 24 de diciembre del 2013 y el 31 de diciembre de 2022, se ingresaron un total de 7.457 proyectos al Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental. De los cuales, 1.047 proyectos fueron ingresados como pertenecientes al sector productivo de la minería. Estos 1.047 proyectos se distribuyen de la siguiente manera según tipología: 347 proyectos de desarrollo minero que involucran la extracción o beneficio de uno o más yacimientos (i.1), representando el 33% de los proyectos mineros, 64 (6%) proyectos de prospección de minerales (i.2), 66 (6%) proyectos de manejo de residuos (i.3), 189 (18%) proyectos de explotación de Petróleo o gas (i.4), 377 (36%) proyectos de explotación de áridos (i.5) y 4 (1%) proyectos relacionados a la extracción de agua, no pertenecientes a la tipología j.

De los 347 proyectos de desarrollo minero ingresados al 31 de diciembre de 2022 145 (42%) se encuentran aprobados, 80 (23%) no fueron admitidos a tramitación, 64 (18%) fueron desistidos, 29 (8%) no fueron calificados, 20 (6%) se encuentra en proceso de calificación, y 9

(3%) fueron rechazados. Resultando en un total de 218 proyectos que presentan un estado de calificación final, como fue definido para este trabajo: aprobado, rechazado o desistido.

En la Figura 4.2, se puede observar el número de proyectos ingresados por región (Eje Secundario) y el estado de los proyectos de manera proporcional por cada región (Eje Principal). Se puede observar que el ingreso de los proyectos se concentra en la zona norte del país, en especial en la Región de Antofagasta y la Región de Atacama, seguidas por la Región de Coquimbo. Además se puede observar, que en general, los proyectos son aprobados en mayor proporción de lo que son rechazados o desistidos.

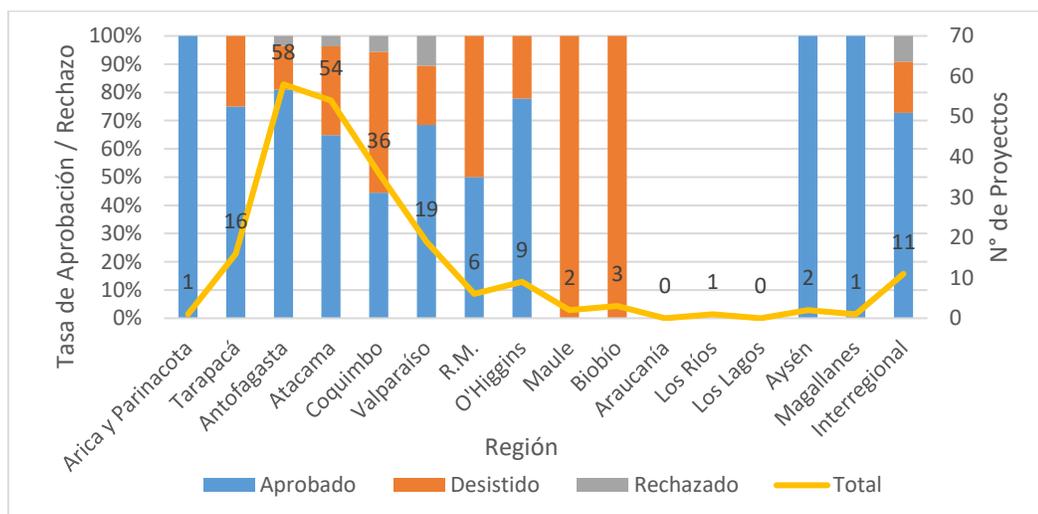


Figura 4.2 Tasa de aprobación/rechazo y número de proyectos ingresados por región.

(Fuente: Elaboración propia en base a datos del SEIA)

El análisis que se presentará a continuación se basa en la base de datos construida a partir de los 218 proyectos pertenecientes al sector minero, cuyo estado clasifica como Aprobado, Rechazado o Desistido.

En la Figura 4.3, se presenta el número de proyectos mineros ingresados que ya se encuentran calificados por año. Se puede observar que el número de proyectos se mantiene medianamente constante, con un promedio de 26 proyectos por año, con un mínimo de 23 y un máximo de 31 proyectos calificados. Esto sin considerar el número de proyectos ingresados el 2022, de los cuales una gran fracción se encuentra aún en proceso de evaluación, por lo que la suma desciende a 10 proyectos.

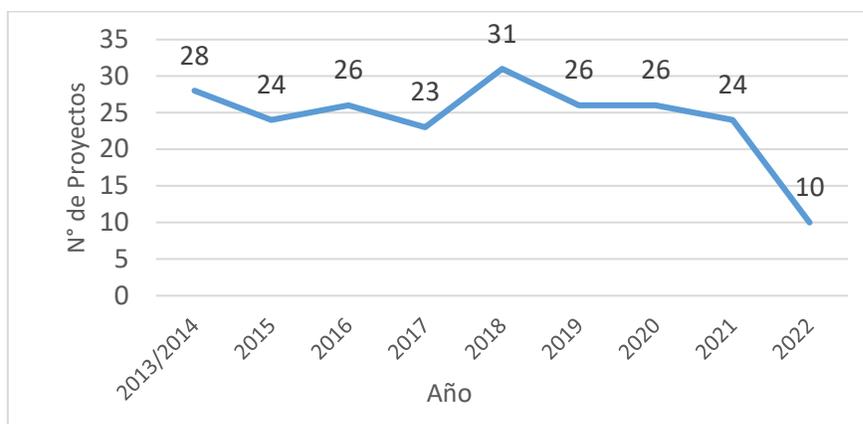


Figura 4.3 Proyectos ingresados por año.
(Fuente: Elaboración propia en base a datos del SEIA)

Otro aspecto interesante a revisar es el tiempo permanencia en el SEIA que tienen los proyectos evaluados. En la Tabla 4.1, se puede observar que el tiempo de permanencia en el sistema para los proyectos puede extenderse sobre los 1.300 días antes de que la autoridad tome la decisión de la calificación del proyecto. En promedio el total de los proyectos que han sido calificados formalmente, tardan sobre los 350 días en salir del sistema. Los proyectos aprobados permanecen en promedio una menor cantidad de días en el sistema en comparación a los proyectos rechazados.

Tabla 4.1 Tiempo de permanencia en el SEIA.

	Total	Aprobado	Rechazado	Desistido
Máximo	1.742,00	1.072,00	1.341,00	1.742,00
Mínimo	0,00	107,00	266,00	0,00
Promedio	308,67	349,86	682,00	162,88
N° Observaciones	218	145	9	64

En las siguientes secciones se realizará un análisis de las variables potencialmente determinantes que conforman la base de datos construida. Cabe destacar que una vez revisados los expedientes de evaluación de cada uno de los 218 proyectos con que se inicia la base, se identificaron un total de 25 proyectos que no coincidían con los alcances establecidos para el estudio, lo que dejó una base final de 193 proyectos. La explicación del descarte de cada uno de estos 25 proyectos se encuentra en la Tabla 7.1 en la sección de Anexos.

4.2 Análisis Estadístico Base de datos

En esta sección del estudio, se presentará un análisis univariable para cada una de las variables que componen la base de datos. Se examinará estadísticamente el comportamiento individual de cada variable en relación con el estado de calificación de los proyectos. Este análisis constituye una fase preliminar, ya que el impacto y su significancia sobre el resultado de la evaluación ambiental de cada variable se podrán observar de manera más precisa en el análisis multivariable desarrollado en la siguiente sección.

4.2.1 Variables de Impacto Territorial

Índice de Impacto Territorial

De acuerdo con la hipótesis planteada, se espera que un índice territorial mayor, el cual representa una mayor intervención sobre el territorio, afecte de manera negativa en la evaluación de impacto ambiental, favoreciendo una respuesta de rechazo.

En la Tabla 4.2, se puede observar que para los 6 radios de zona de influencia evaluados el índice se mueve entre los valores 0 y 2, alcanzando el índice su valor máximo considerando un área de influencia de 5km de radio. La media aumenta con el radio de influencia, lo que hace sentido debido a que un mayor radio de influencia significa que la suma de las áreas dedicadas a otros fines dentro del radio también crece. Llama la atención el "quiebre" que se produce cuando se considera un radio de influencia de 10 km, lo que podría indicar un quiebre en la cantidad de información que entrega el índice al variar el radio a un valor más allá de este. Esto se analizará en la sección siguiente, donde se escogerá el radio más adecuado para la formulación del modelo de regresión, utilizando herramientas estadísticas.

Tabla 4.2 Índices de impacto territorial en función del radio de la zona de influencia.

Índice Territorial	1 km	3 km	5 km	10 km	20 km	50 km
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	1,75	1,46	2,00	1,65	1,58	1,93
Media	0,09	0,15	0,15	0,15	0,22	0,34
Desviación Estándar	0,28	0,31	0,30	0,27	0,33	0,33
Rango	1,75	1,46	2,00	1,65	1,58	1,93

En la Figura 4.4, se puede observar que en general la tasa de aprobación supera a la tasa de rechazo, independiente del radio que se evalúa, manteniendo su valor por sobre el 50%, en casi todas las configuraciones. Al observar por sí solas las curvas de tasa de aprobación para cada radio no se identifica una tendencia clara, presentando sus respectivas líneas de tendencia una pendiente positiva para un radio de 3, 10, 20 y 50 km y un radio negativo para los radios de 1 y 5 km.

En las siguientes tablas, Tabla 4.3 y Tabla 4.4, se registran los parámetros de los modelos de regresión lineal y logística del estado de calificación, ajustados para cada índice de Impacto Territorial como variable independiente. Se puede observar que para los índices calculados con un radio entre 3 y 20 kilómetros, el coeficiente estimado indica que el comportamiento de los modelos corresponde con el esperado de acuerdo con lo indicado por la literatura: El modelo de regresión lineal indica, al ser negativo, que en promedio la variable dependiente disminuye o tiende a 0, es decir, los proyectos tienden a ser rechazados, al aumentar el valor del índice territorial. Por otra parte, los modelos de regresión logística indican que un aumento en el índice territorial significa una disminución en la probabilidad de que la variable dependiente tome el valor 1, es decir, de que el proyecto sea aprobado. Sin embargo, en ningún modelo se obtiene un valor p lo suficientemente bajo para rechazar la hipótesis nula, lo que indica que no hay evidencia estadística significativa de

que el índice de impacto territorial tenga un efecto significativo en la calificación del proyecto evaluado.

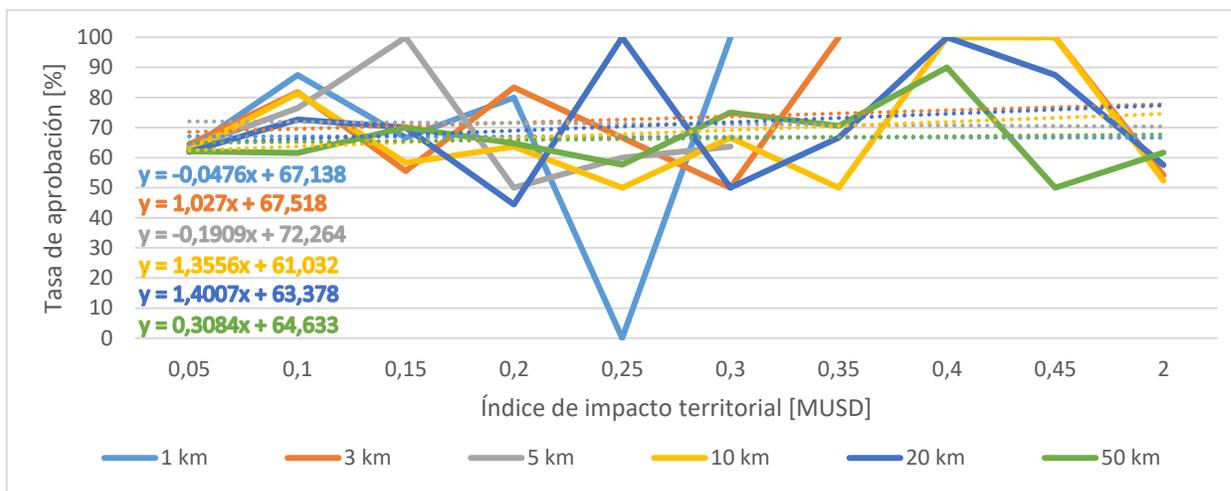


Figura 4.4 Tasa de aprobación según índice de impacto territorial.

Tabla 4.3 Modelo de regresión lineal univariable del estado de calificación del proyecto en función del índice territorial.

Radio	1 km		3 km		5 km		10 km		20 km		50 km	
Constante	0,64	***	0,65	***	0,66	***	0,67	***	0,65	***	0,64	***
	(0,04)		(0,04)		(0,04)		(0,04)		(0,04)		(0,05)	
Índice de impacto territorial (IT)	0,13		-0,02		-0,11		-0,11		-0,02		0,01	
	(0,12)		(0,11)		(0,12)		(0,13)		(0,10)		(0,10)	
R²	0,01		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
N° Observaciones	193		193		193		193		193		193	

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Tabla 4.4 Modelo de regresión logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del índice territorial.

Radio	1 km		3 km		5 km		10 km		20 km		50 km	
Constante	0,56	***	0,62	***	0,68	***	0,68	***	0,62	***	0,59	**
	(0,16)		(0,17)		(0,17)		(0,17)		(0,18)		(0,22)	
Índice de impacto territorial (IT)	0,65		-0,08		-0,44		-0,48		-0,07		0,06	
	(0,64)		(0,49)		(0,49)		(0,54)		(0,45)		(-0,46)	
N° Observaciones	193		193		193		193		193		193	

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Efectos Acumulativos

Los efectos acumulativos de cada proyecto evaluado se midieron como la suma de proyectos que fueron aprobados previamente a la fecha de ingreso del proyecto en un área de un radio de 10 km en torno al punto representativo respectivo. Como se observa en la Tabla 4.5, los proyectos previamente aprobados alcanzan un máximo de 54, con un promedio cercano a los 11 proyectos. Presentando un promedio mayor para los proyectos aprobados.

De acuerdo con la literatura, se esperaría un comportamiento de U invertida para esta variable, ya que se cree que la llegada de la actividad minera a zonas libres de ella podría generar un escenario desfavorable a la hora de calificar el proyecto, y en el escenario contrario, en zonas con alta presencia de proyectos mineros, se esperaría también una respuesta más negativa, dado que se estaría sobrecargando el sistema, considerando la acumulación de los efectos negativos de todos los proyectos previamente aprobados. Al observar la Figura 4.5, se puede identificar que la tasa de aprobación, efectivamente baja en zonas con menor cantidad de proyectos aprobados, pero esto no se repite de manera tan clara, como se esperaba, para zonas con mayor presencia de proyectos previos.

Tabla 4.5 Proyectos previamente aprobados.

Proyectos previos en la misma región	Total	Aprobado	Rechazado
Mínimo	0,00	1,00	0,00
Máximo	54,00	54,00	49,00
Media	11,40	13,39	7,75
Desviación Estándar	12,51	13,10	10,47

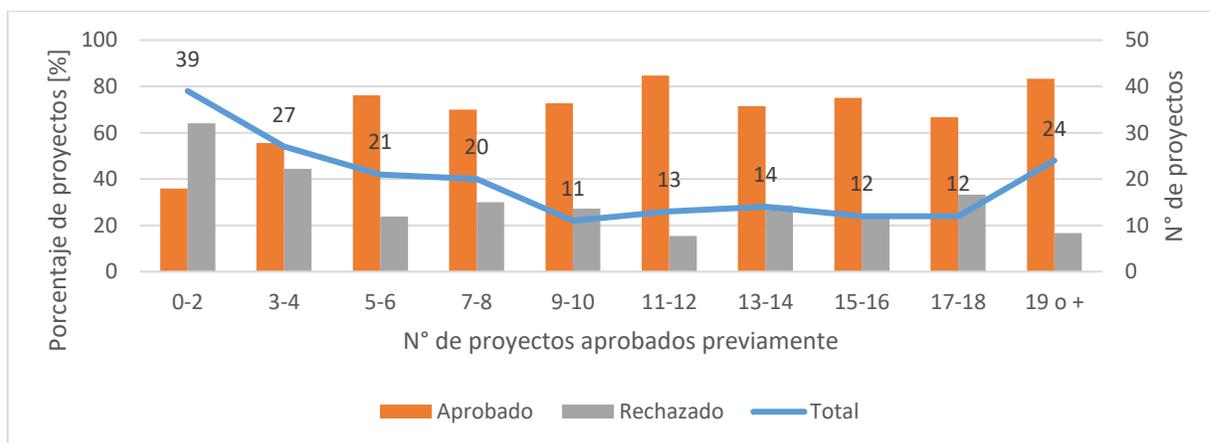


Figura 4.5 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según cantidad de proyectos aprobados previamente.

En la Tabla 4.6 se registran los coeficientes y valores p de los modelos de regresión lineal y logística del estado de calificación, ajustado para el número de proyectos aprobados previamente (PP) como variable independiente. Para este caso, ya que se espera un comportamiento de U invertida, se tomó como argumento para el ajuste del modelo la variable PP y su cuadrado.

El modelo de regresión lineal coincide con la hipótesis planteada, resultando en un coeficiente negativo que acompaña al cuadrado de la variable, lo que representa que la variable dependiente disminuye cuando el número de proyectos previos tiende a los extremos, es decir, para los casos en que hay muy pocos proyectos previos o, por el contrario, muchos, los proyectos tienden a ser rechazados.

En segundo lugar, el modelo de regresión logística también presenta una tendencia de U invertida, lo que significa que si el número de proyectos previos tiende a un número intermedio, aumenta la probabilidad de que la variable dependiente tome el valor 1, es decir, de que el proyecto sea aprobado.

Para ambos proyectos se tiene un valor p menor a un nivel de significancia 0,05, lo que indica que hay evidencia científica para afirmar que existe dependencia del número de proyectos previamente aprobados en la calificación de evaluación ambiental de proyectos mineros.

Tabla 4.6 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de los proyectos previos.

Regresión	Lineal		Logística	
Constante	0,42	***	-0,39	
	(0,06)		(0,29)	
X²	-0,00	**	-0,00	**
	(0,00)		(0,00)	
X	0,03	***	0,16	***
	(0,01)		(0,04)	
R²	0,09			
N° observaciones	193		193	

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Uso de Agua Continental

En la Figura 4.6, se registra que de un total de 193 proyectos sólo 84 declaran intenciones de usar agua de origen continental durante su operación, representando un 43,52% del total de los proyectos evaluados, versus los 109 proyectos (56,47%) que declaran intenciones de abastecer el agua necesaria para su operación desde otras fuentes. Al comparar las tasas de aprobación y rechazo de evaluación de impacto ambiental para cada uno de estos escenarios, se puede notar que la diferencia entre la tasa de aprobación y rechazo es más pequeña para los proyectos que sí declaran intenciones de extraer agua desde fuentes continentales, existiendo una diferencia de casi 10 puntos porcentuales entre los 2 escenarios posibles, siendo de un 59,52% para el caso en que sí existe uso y de un 68,81% para el caso contrario.

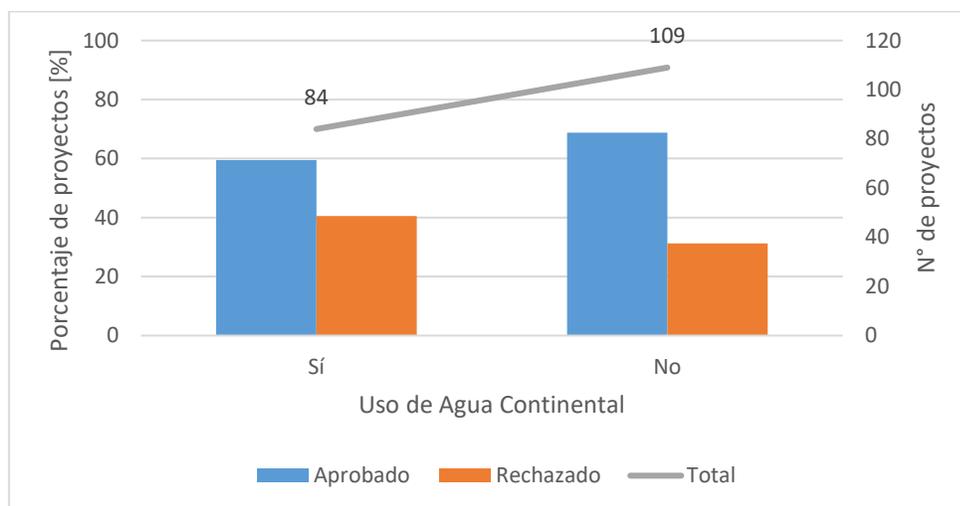


Figura 4.6 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según su uso de agua continental.

Como hipótesis inicial se espera que el hecho de declarar intenciones de usar agua de fuentes continentales es desfavorable en la calificación de impacto ambiental de un proyecto minero. En la Tabla 4.7 se registran los coeficientes asociados a la variable AFC, variable binaria que toma valor 1 si se declaran intenciones de usar agua de fuente continental y 0, si no, para los modelos de regresión univariable ajustados de la calificación de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos mineros. De ambos modelos se puede interpretar que existe una diferencia de medias entre los proyectos que declaran uso de agua de fuente continental y los que no. El coeficiente negativo en el modelo logístico indica que un valor de la variable AFC igual a 1, está asociado a la disminución en las probabilidades de que el proyecto en cuestión sea calificado favorablemente en su evaluación de impacto ambiental en comparación a un proyecto con una variable AFC igual a 0, es decir, que declara que no extraerá agua de fuentes continentales con motivo de la operación del proyecto.

Aunque, los coeficientes del modelo se alinean con lo esperado, el valor p de ambos modelos indica, preliminarmente, que no hay una relación estadísticamente significativa entre la calificación del proyecto y el uso de agua continental, al menos en una relación univariable.

Tabla 4.7 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del uso de agua de fuente continental.

Regresión	Lineal	Logística
Constante	0,69 *** (0,05)	0,79 *** (0,21)
AFC_{sí}	-0,09 (0,07)	-0,41 (0,30)
R²	0,01	
N° observaciones	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

4.2.2 Variables de Institucionalidad

Ciclo Político

En el caso del ciclo político, dentro de la ventana de tiempo evaluada se desarrollan 4 gobiernos diferentes. Como se puede observar en la Figura 4.7, el gobierno en que más se calificaron proyectos corresponde al segundo ciclo de Sebastián Piñera, en comparación al otro ciclo que se desarrolló de manera completa dentro de la ventana de tiempo evaluada. Sin embargo, ambos períodos presentan una tasa de aprobación/rechazo de proyectos muy similar, de un 69,44% de aprobación para el período de Michelle Bachelet y de un 67,74% de aprobación para el segundo ciclo de Sebastián Piñera.

Llama la atención la tasa de aprobación que presenta el último gobierno, en el cual se ha invertido la tendencia presentada por los 2 ciclos políticos anteriores, imponiéndose la calificación desfavorable de proyectos por sobre la aprobación de estos, con una razón del 55,56% de rechazo del total de proyectos. Cabe destacar que para el caso del primer y último ciclo analizado el período evaluado abarca sólo una fracción de tiempo de la duración de ambos ciclos, en particular del primer ciclo sólo se tiene 1 proyecto, lo que no permite obtener conclusiones de ese período.

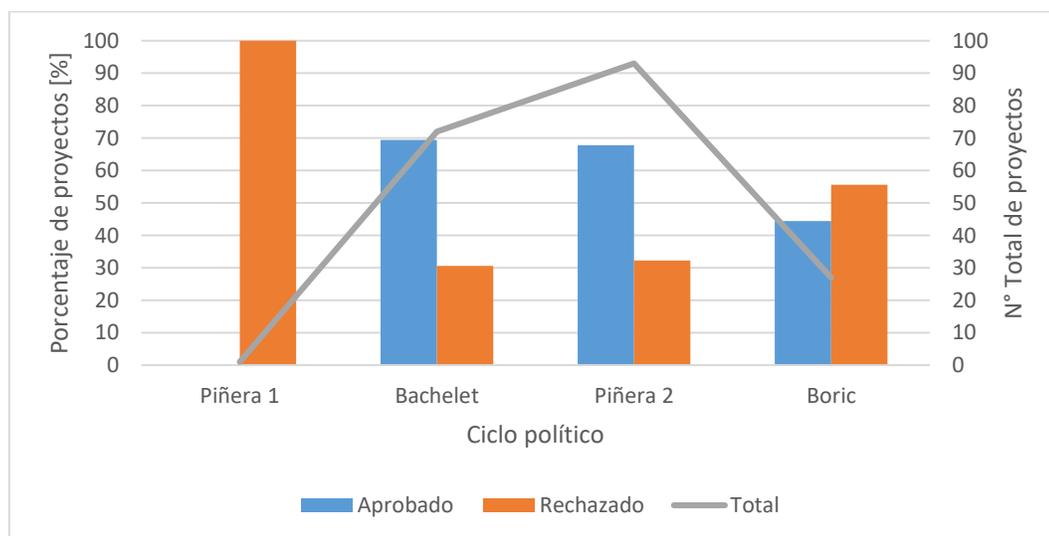


Figura 4.7 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según ciclo político.

Analizando el escenario por año de ciclo político, en primer lugar, se observa la Figura 4.8, donde se registra el número de proyectos evaluados por cada gobierno dependiendo del año del ciclo político en el que se realiza. Con este gráfico podemos observar que aunque el último gobierno, presenta una menor cantidad de proyectos evaluados en total en comparación con los otros 2 ciclos, debido a que aún se encuentra en desarrollo, este ciclo evaluó un mayor número de proyectos en su primer año, en comparación a los dos ciclos anteriores. En el ciclo de la presidenta

Bachelet se observa una tendencia de ir aumentando los proyectos evaluados, en contraste con el ciclo siguiente, en el cual no se identifica una tendencia clara.

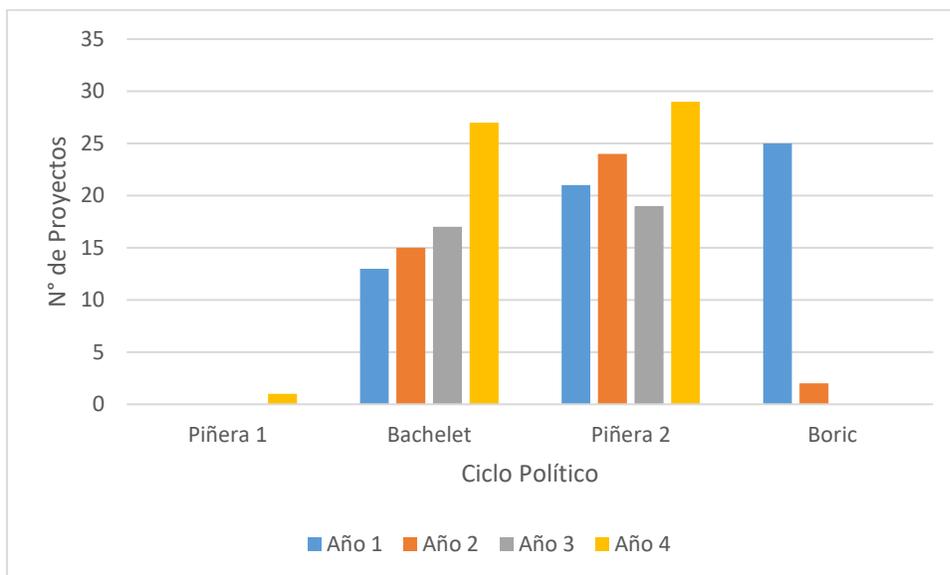


Figura 4.8 N° de proyectos evaluados en cada gobierno según año del ciclo político.

En segundo lugar, la Figura 4.9 permite observar los cambios en la tendencia de la tasa de aprobación a lo largo del desarrollo de los distintos ciclos políticos evaluados. El segundo ciclo político de Sebastián Piñera se caracteriza por iniciar su período con la más alta tasa de aprobación de proyectos de toda la ventana de tiempo evaluada en este trabajo, para luego mantenerse en los años intermedios en una aprobación aproximada del 60% de los proyectos mineros calificados, y volver a elevarse el último año a un 72,41%. Por otro lado, el ciclo político de Michelle Bachelet se caracteriza por iniciar con una tasa de aprobación de proyectos baja, del 38,46%, la más baja de toda la ventana de tiempo evaluada, subiendo al año siguiente a un 73,33%, manteniendo una tasa de aprobación en torno al 75% el resto del período. El comportamiento de este último período podría estar siendo replicado por el último ciclo evaluado y las diferencias generales en la tasa de aprobación entre este último ciclo y los dos ciclos desarrollados con anterioridad que se observaron en la Figura 4.7 se deberían principalmente a que el ciclo se encuentre en el principio de su desarrollo.

Cabe destacar que ambos ciclos políticos que se desarrollan por completo en la ventana de tiempo evaluada alcanzan su peak de proyectos calificados el último año de su período, presentando ambos altas tasas de aprobación en las evaluaciones, por sobre el 70% en ambos casos.

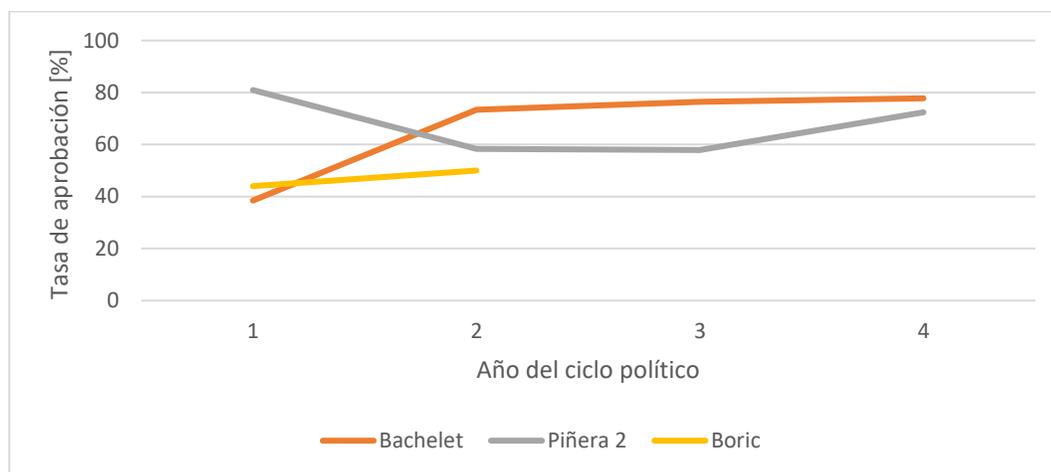


Figura 4.9 Evolución de tasa de aprobación a través de los años según ciclo político.

En la Tabla 4.8, se presentan los resultados para los modelos ajustados de la calificación obtenida en función del ciclo político y del año del ciclo en que se evalúan ambientalmente los proyectos mineros. En primer lugar, para el ciclo político, se realizó el análisis considerando los 3 últimos gobiernos que se desarrollaron dentro del período de estudio, esto debido a que en el primero, que corresponde al primer gobierno de Sebastián Piñera, queda sólo un proyecto que cumple con los alcances de este estudio. Los coeficientes indican que entre el segundo y tercer ciclo político, correspondientes al gobierno de Michelle Bachelet y el segundo de Sebastián Piñera, la posibilidad de que un proyecto sea aprobado o rechazado es prácticamente la misma, debido a que el valor p indica que no hay evidencia estadística significativa para confirmar la existencia de un cambio significativo. Sin embargo, a partir de los modelos es posible concluir que sí existe un cambio significativo en las probabilidades de que un proyecto sea aprobado en el gobierno de Gabriel Boric, en comparación a los 2 gobiernos anteriores, aumentando la probabilidad de que el proyecto sea rechazado, dado que el signo del coeficiente es negativo. Cabe recordar que estas interpretaciones se dan en el contexto de un análisis univariable. En segundo lugar, los modelos ajustados en función del año del ciclo político permiten rechazar la hipótesis nula, por lo que se tiene evidencia estadística de que al avanzar en el desarrollo del gobierno la calificación de los proyectos tiende a ser más favorable.

Tabla 4.8 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del uso del ciclo político y el año del ciclo político.

Regresión	Ciclo Político		Año Ciclo Político	
	Lineal	Logística	Lineal	Logística
Constante	0,69 *** (0,06)	0,82 ** (0,26)	0,51 *** (0,08)	-0,01 * (0,34)
CP₃	-0,02 (0,07)	-0,08 (0,34)		
CP₄	-0,25 * (0,11)	1,04 (0,46)		

ACP			0,06 *	0,26 *
			(0,03)	(0,13)
R²	0,031		0,02	
N° observaciones	192	192	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Administración Regional

El gráfico de la Figura 4.10 muestra la distribución de los proyectos a lo largo del país según el resultado de su evaluación. Al igual que en la Figura 4.2, se puede observar que el mayor número de proyectos se concentra en la zona norte, en específico en las regiones de Antofagasta y Atacama con una suma de 50 proyectos cada una, existiendo en la mayoría de regiones de la zona una alta tasa de aprobación en la calificación de proyectos, por sobre el 65%, exceptuando la región de Coquimbo, la cual es la tercera región con el mayor número de proyectos evaluados en el período, pero presentando una tasa de calificación desfavorable mayor que la favorable, con un 58,82% de proyectos rechazados, vs un 41,18% de proyectos aprobados.

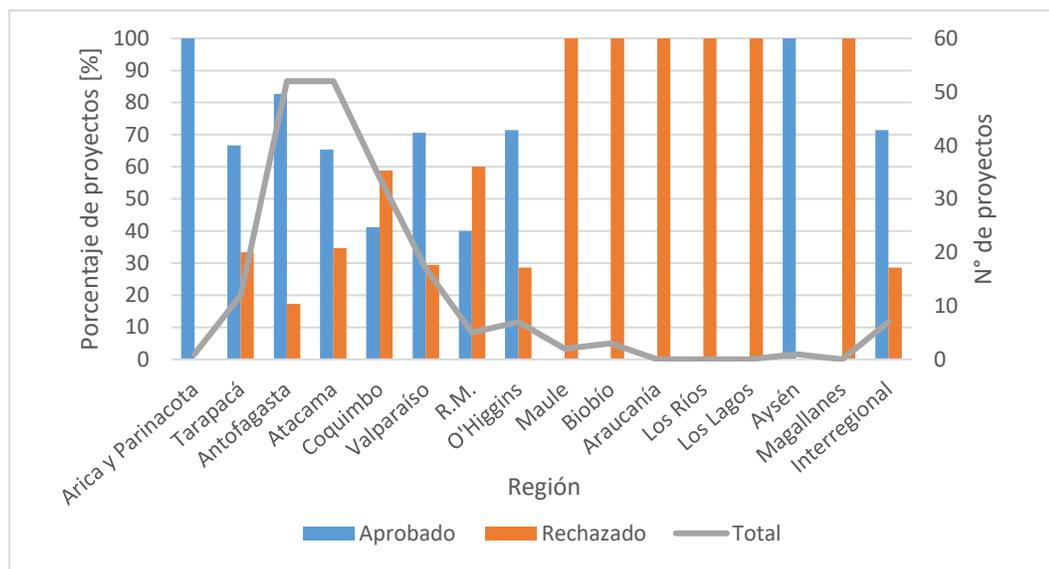


Figura 4.10 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por región.

Como se mencionó en la sección anterior, para simplificar la construcción del modelo de regresión, se compacta la variable de administración regional desde la lista de 16 regiones a 3 zonas geográficas: Norte Grande, Norte Chico, y una última, que abarca el resto de las regiones, Centro Sur. En cada una de estas zonas la tasa de aprobación es mayor que la de rechazo y la cantidad de proyectos se concentra en la zona Norte Chico y Norte Grande, que contienen la región de Atacama y Antofagasta, respectivamente, las cuales concentran la mayor cantidad de proyectos mineros calificados dentro del periodo estudiado.

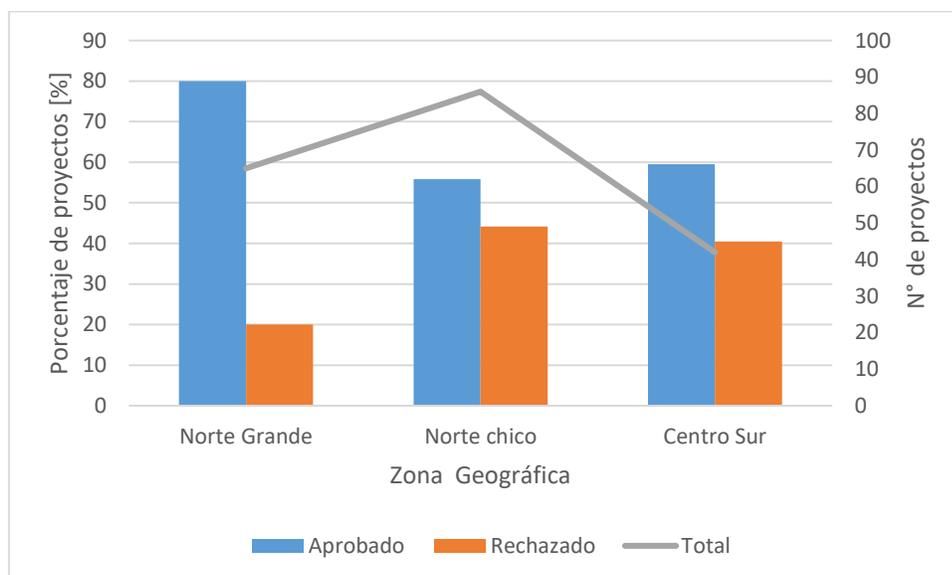


Figura 4.11 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por zona geográfica.

En la Tabla 4.9, se presentan los resultados para los modelos de regresión lineal y logística ajustados para la calificación de los proyectos en función de la zona geográfica a la que pertenecen. Esta variable nace del planteamiento de que la calificación de un proyecto minero en el proceso de evaluación ambiental depende directamente de las autoridades que toman las decisiones, en el caso de Chile, a la autoridad regional. A partir de los resultados del modelo se puede concluir que en comparación con la zona centro sur del país, hay evidencia estadística significativa para afirmar que un proyecto evaluado perteneciente a la zona Norte Grande del país tiene más probabilidades de obtener una calificación positiva en el proceso de la evaluación de impacto ambiental. No así, con los proyectos ingresados en la zona Norte Chico del país, para los cuáles no se puede afirmar que exista un cambio de probabilidad de ser aprobados en comparación con la zona centro sur.

Tabla 4.9 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la zona geográfica.

Regresión	Lineal	Logística
Constante	0,60 *** (0,07)	0,39 (0,31)
AR_{Norte Chico}	-0,04 (0,09)	-0,15 (0,38)
AR_{Norte Grande}	0,21 * (0,10)	1,00 * (0,44)
R²	0,05	
Nº observaciones	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Participación Ciudadana

En cuanto a la participación ciudadana, en sólo 26 proyectos de los 193 proyectos calificados en el período evaluado se realizó un proceso de consulta ciudadana, representando sólo un 13.4% del total de los proyectos mineros calificados. En la Figura 4.12, se puede evidenciar que la tasa de aprobación / rechazo de la calificación de los proyectos casi no varía ante la presencia o falta del proceso de participación ciudadana, presentando una tasa de aprobación del 65,38% para los casos en que sí se realizó y de un 64,67% en los casos en que no se hizo.

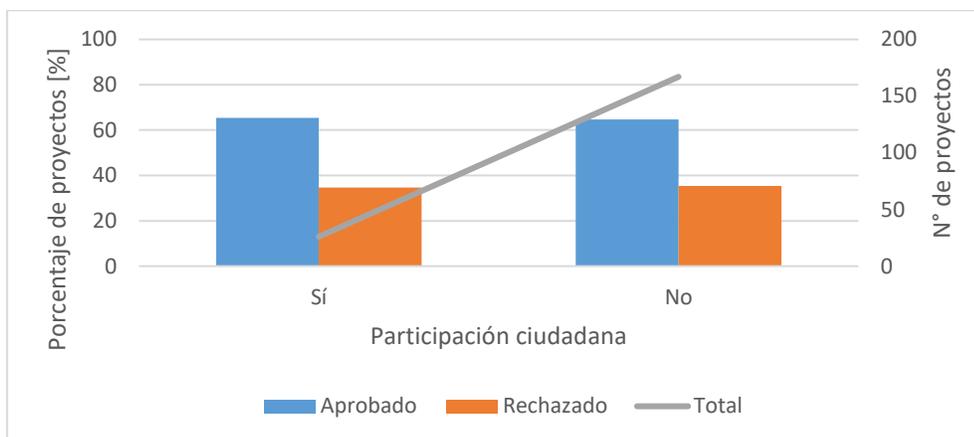


Figura 4.12 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados con y sin participación ciudadana.

De estos 26 proyectos, como se muestra en la Figura 4.13, en su mayoría el titular recibe y responde una cantidad menor a las 100 preguntas, representando un 65,38% de los proyectos calificados en los que existió participación ciudadana. La cantidad de preguntas respondidas por el 24,62% restante se mueve en un amplio rango hasta cerca de las 2.000 preguntas respondidas, pero cerca del 90% de los proyectos mineros que realizaron participación ciudadana dentro de su proceso de evaluación medioambiental respondieron un total menor a las 600 preguntas.

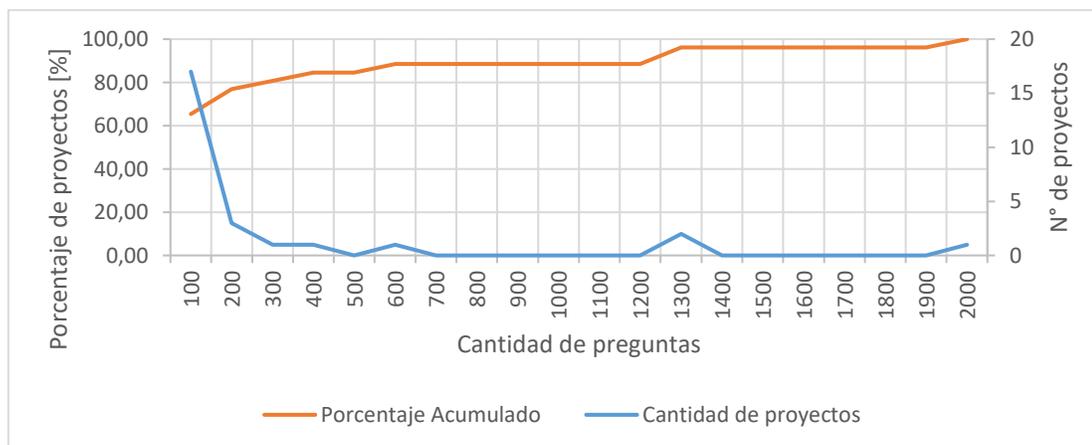


Figura 4.13 N° de preguntas respondidas en proyectos mineros calificados con participación ciudadana.

Para analizar de manera preliminar la influencia del proceso de participación ciudadana sobre la calificación de un proyecto minero en su evaluación de impacto ambiental, se ajustaron modelos de regresión lineal y logística de estas 2 variables, estableciendo en primer lugar como variable independiente la variable binaria que indica si se realizó el proceso o no, la cual toma el valor 1 si sí se llevó a cabo o 0 si no, y un segundo par de modelos en función del número de preguntas realizadas. En la Tabla 4.10 se registran los coeficientes que acompañan a la variable independiente y valores p de estos modelos ajustados. Según los datos, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de los coeficientes asociados a estas variables sean iguales a cero, es decir, no hay una relación estadísticamente significativa entre la calificación de los proyectos y la realización del proceso de participación ciudadana o del número de preguntas realizadas.

Tabla 4.10 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la realización del proceso de participación ciudadana y del número de preguntas que se realizan.

Regresión	Realización		N° de preguntas			
	Lineal	Logística	Lineal	Logística	Lineal	Logística
Constante	0,65 *** (0,04)	0,61 *** (0,16)	0,66 *** (0,04)	0,65 *** (0,15)		
PAC	0,01 (0,10)	0,03 (0,44)	-0,00 (0,00)	-0,00 (0,00)		
R²	0,00		0,01			
N° observaciones	193	193	193	193		

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

4.2.3 Variables de tipo Intrínseco

Vida Útil

La vida útil de los proyectos calificados se mueve entre 1 a 57 años de duración. Los datos de esta variable son bastante similares para los proyectos aprobados y rechazados, teniendo un promedio de duración aproximado de 14 años, como se registra en la Tabla 4.11. En la Figura 4.14 se puede observar de manera preliminar, que a diferencia de lo que se espera, de acuerdo con la literatura, la tasa de aprobación no muestra una tendencia dependiente positiva de la duración del proyecto declarada. Para respaldar esta observación se ajustaron modelos univariados de la calificación del proyecto en función de la vida útil declarada, registrados en la Tabla 4.12.

Tabla 4.11 Vida útil proyectos calificados

Vida útil [años]	Total	Aprobado	Rechazado/ Desistido
Mínimo	1,25	1,25	1,40
Máximo	57,00	51,50	57,00
Media	13,76	13,56	14,11
Desviación Estándar	11,18	10,89	11,78

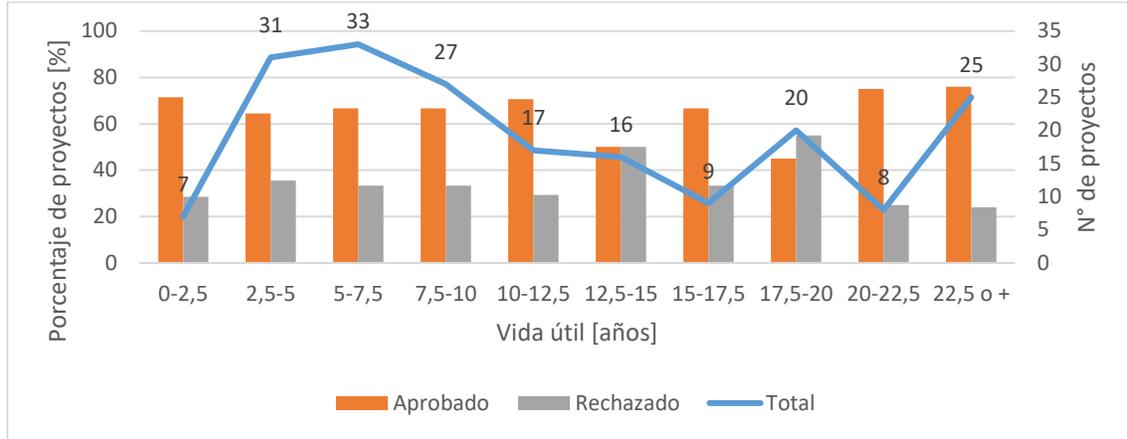


Figura 4.14 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por vida útil declarada.

De acuerdo con los modelos ajustados, se puede concluir preliminarmente, que un aumento en la duración planificada del proyecto afectaría de manera negativa en su calificación de impacto ambiental. Sin embargo, no existe suficiente evidencia estadística para confirmar esta relación, basado en los valores p de los modelos.

Tabla 4.12 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la vida útil declarada.

Regresión	Lineal	Logística
Constante	0,66 *** (0,06)	0,67 ** (0,24)
VU	-0,00 (0,00)	-0,00 (0,01)
R²	0,00	
N° observaciones	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Capacidad de tratamiento

En cuanto a la capacidad de tratamiento o el ritmo de producción de mineral, dependiendo del caso, se mueve entre las 0,17 y las 276 ktpd, presentando una meda de capacidad mayor los proyectos calificados como aprobados, como se registra en la Tabla 4.13. Esto coincidiría con el comportamiento esperado, de acuerdo con lo presentado en la literatura, en que se postulaba que la minería de gran tamaño es favorecida en el proceso de evaluación ambiental.

En la Figura 4.14, se observa que la mayor parte de los proyectos ingresados en el período un ritmo de tratamiento o producción menor a las 20 ktpd, y no se aprecia una tendencia clara en el comportamiento de la tasa de aprobación dependiendo del tamaño de proyecto.

Tabla 4.13 Capacidad de tratamiento de proyectos calificados.

Capacidad de Tratamiento [ktpd]	Total	Aprobado	Rechazado/ Desistido
Mínimo	0,17	0,17	0,17
Máximo	276,00	276,00	200,00
Media	27,54	33,52	16,55
Desviación Estándar	53,29	59,16	38,34

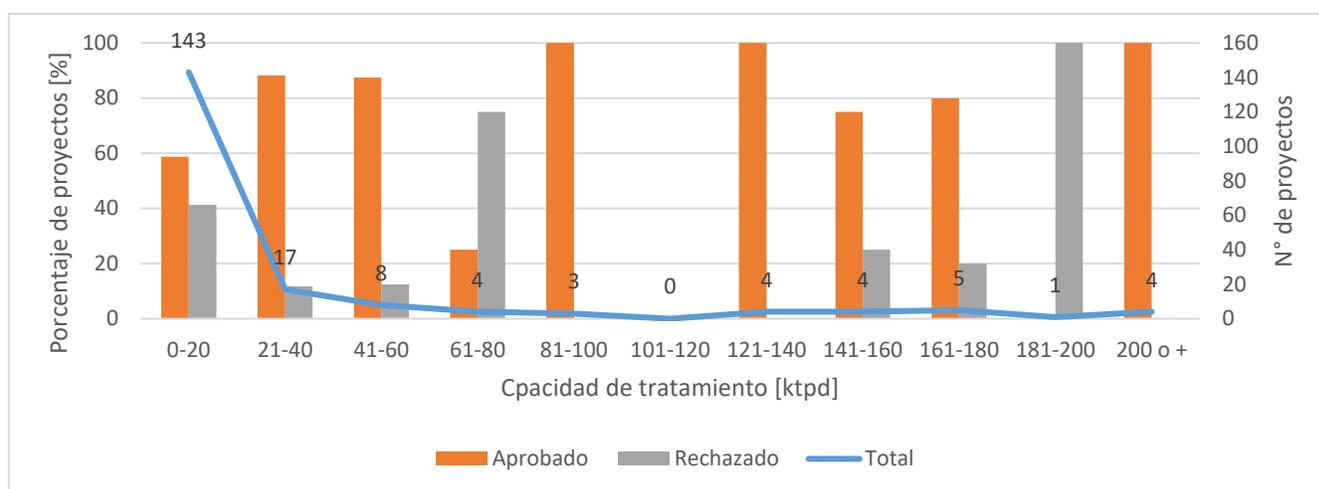


Figura 4.15 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por capacidad de tratamiento.

En la Tabla 4.12, se registran los modelos ajustados del resultado en la calificación del proyecto de impacto ambiental en función del tamaño o capacidad de tratamiento declarada de un proyecto. Estos modelos permiten evaluar de manera preliminar la influencia que tiene la capacidad de tratamiento sobre la decisión del estado de calificación de los proyectos. De acuerdo con ambos modelos, se puede concluir que, efectivamente, el tamaño del proyecto influye en el resultado obtenido en la evaluación ambiental. A partir de los coeficientes, se puede deducir que a mayor capacidad de tratamiento, existen mayores probabilidades de que el proyecto sea aprobado en su evaluación de impacto ambiental. Con un nivel de significancia del 90%, se puede decir que existe evidencia estadística para afirmar esta relación.

Tabla 4.14 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la capacidad de tratamiento.

Regresión	Lineal	Logística
Constante	0,61 *** (0,04)	0,43 * (0,17)
CT	0,00 * (0,00)	0,01 * (0,00)
R²	0,02	
N° observaciones	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Tipo de Mineral

Como se puede ver en la Figura 4.16, la minería metálica domina el sector productivo en Chile, en particular, un 61% de los proyectos ingresados y calificados en la ventana de tiempo estudiada extraen como mineral principal Cobre, seguido por un 24% de otros metales, como hierro, oro o plata, y, solamente, un 15% de los proyectos se centra en la extracción de minerales no metálicos, como nitratos, carbonatos de litio, arenas cuarcíferas o calizas.

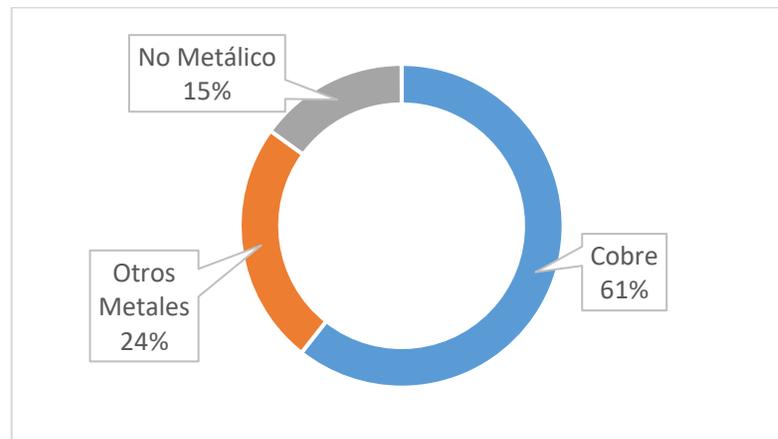


Figura 4.16 Porcentaje de proyectos por tipo de mineral principal extraído.

En función del mineral principal extraído, se puede observar en el gráfico de la Figura 4.17, que en el caso de la minería metálica, la cual domina la industria chilena, la tasa de aprobación de proyectos mineros es mayor que la de rechazo, en especial cuando el principal mineral extraído es cobre, donde se alcanza una tasa de aprobación del 72,65%, a diferencia de la minería no metálica, en donde predomina los proyectos calificados como rechazados o que fueron desistidos. Esto debe explicarse en base a la combinación del impacto de esta y otras variables, de lo que podría tenerse mayor claridad con el análisis multivariable que se presentará más adelante.

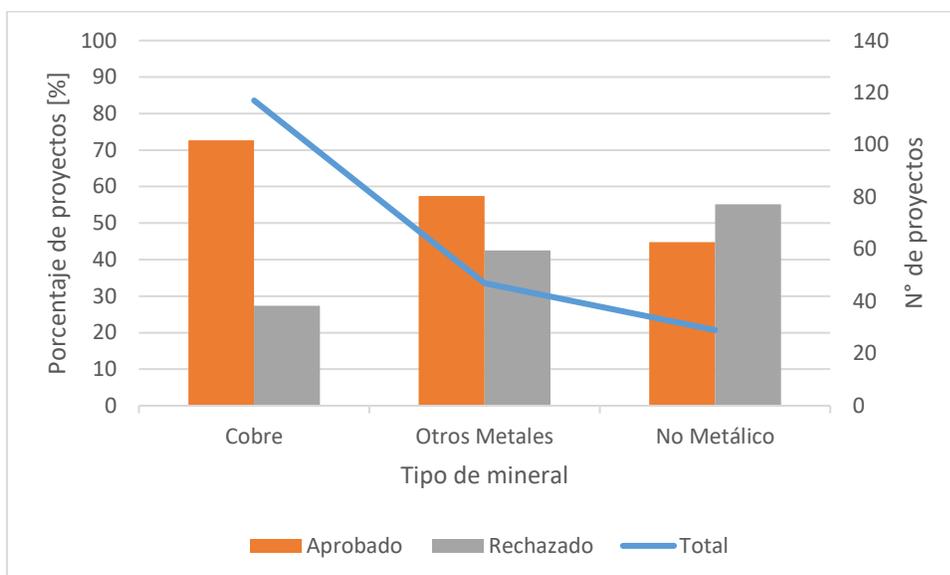


Figura 4.17 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados por tipo de mineral.

En la Tabla 4.15, se presentan los resultados para los modelos de regresión lineal y logística ajustados para la calificación de los proyectos en función del tipo de mineral principal a extraer en el proyecto. A partir de los resultados del modelo se puede concluir que en comparación con los proyectos de cobre, un proyecto evaluado que tiene por objetivo explotar otro tipo de metales como mineral principal o minerales de tipo no metálico tienen menos probabilidades de obtener una calificación positiva en el proceso de la evaluación de impacto ambiental. Sin embargo sólo existe evidencia estadística para respaldar la relación existente entre los proyectos que buscan explotar cobre y proyectos de minerales de tipo no metálico con un nivel de significancia sobre el 95%.

Tabla 4.15 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función del tipo de mineral principal a extraer.

Regresión	Lineal	Logística
Constante	0,73 *** (0,04)	0,98 *** (0,21)
TM_{No Metálico}	-0,28 ** (0,10)	-1,19 ** (-0,43)
TM_{Otros Metales}	-0,15 (0,08)	-0,68 (0,36)
R²	0,05	
Nº observaciones	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Mano de Obra

Esta variable corresponde a la mano de obra requerida en etapa de operación del proyecto, según lo declarado por el titular. De acuerdo con la teoría, se esperaría que mientras el proyecto signifique un mayor crecimiento en la actividad económica, ya sea generando más puestos de trabajo o mayor inversión, el resultado de la evaluación ambiental debería verse favorecido.

Como se observa en la Tabla 4.16, el rango de mano de obra requerida es amplio. Algunos proyectos que consisten en la continuación de un proyecto que ya está en funcionamiento, no requieren de contratación de nueva mano de obra, mientras que proyectos nuevos y masivos pueden requerir hasta 7.000 personas trabajando en operación. Se puede notar que en promedio, los proyectos aprobados requieren un mayor número de mano de obra, lo podría indicar que los proyectos que ofrecen un mayor número de puestos de trabajo se verían favorecidos en la evaluación de impacto ambiental. Esto se podrá analizar más a fondo en el análisis multivariable. En la Figura 4.18 se presentan la tasa de aprobación/ rechazo y el número total de proyectos en función del tramo de mano de obra requerida por el proyecto, aquí se puede observar que la mayor parte requiere menos de 400 personas como mano de obra en operación, encontrándose casi la mitad de los casos bajo las 100 personas de mano de obra en operación requeridas. Además, en general la tasa de aprobación es mayor a la de rechazo, independiente de la cantidad de mano de obra requerida.

Tabla 4.16 Mano de Obra de proyectos calificados

Mano de Obra	Total	Aprobado	Rechazado/ Desistido
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	7.205,00	7.205,00	2.000,00
Media	318,45	359,03	243,85
Desviación Estándar	684,93	791,36	420,23

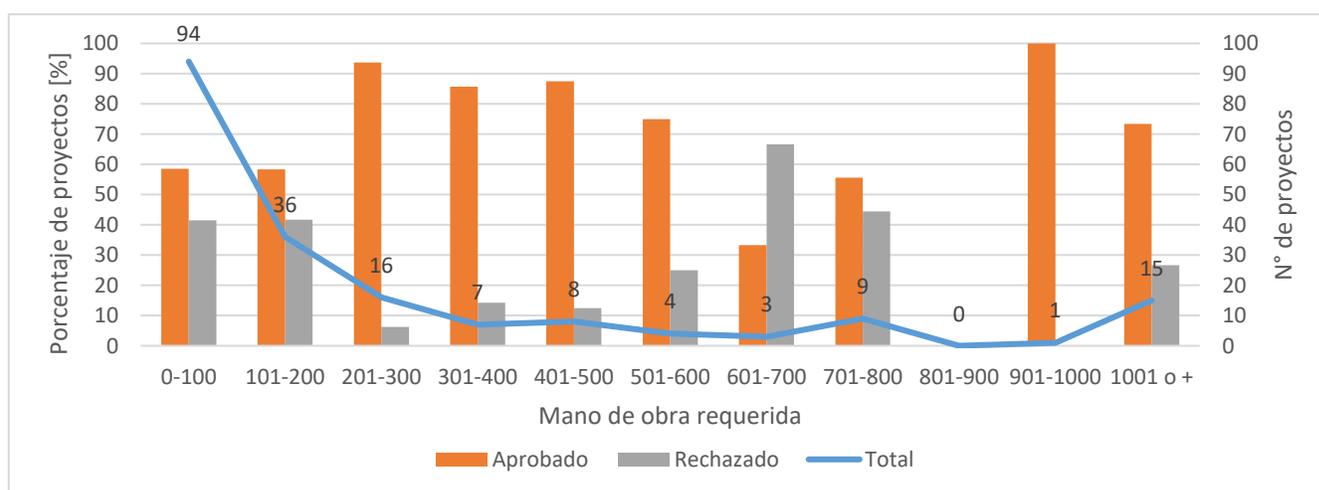


Figura 4.18 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según cantidad de mano de obra requerida.

En la Tabla 4.17 se presentan los modelos univariados ajustados del resultado de la calificación de la evaluación de impacto ambiental en función de la cantidad de mano de obra que el titular indica como necesaria. De acuerdo con los parámetros de la tabla, se puede concluir preliminarmente, que un aumento en la mano de obra necesaria para el proyecto afectaría de manera positiva en calificación de impacto ambiental. Sin embargo, los niveles de significancia de ambos modelos indican que no existe suficiente evidencia estadística para confirmar una relación entre el resultado de la calificación y la mano de obra en operación declarada, por lo que no se puede descartar la hipótesis de que los coeficientes que acompañan a esta variable sean igual a cero.

Tabla 4.17 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la mano de obra requerida.

Regresión	Lineal	Logística
Constante	0,63 *** (0,04)	0,51 ** (0,17)
MO	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
R²	0,01	
N° observaciones	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Inversión

Por último, para el caso de la variable de inversión, como se mencionó en la sección anterior, se espera que este factor afecte de manera positiva la toma de decisiones en la evaluación de impacto ambiental. Es decir, a mayor inversión mayores posibilidades de que el proyecto minero en cuestión sea aprobado. El valor de la inversión declarada por el titular se mueve entre 0 y 5.000 MUSD, con un promedio de 184,27 MUSD, como se muestra en la Tabla 2.1. Según los datos, los proyectos aprobados involucran inversiones en promedio más grandes, que el promedio de inversión de los proyectos cuyo proceso de evaluación no fue exitoso. La tasa de aprobación del proceso de evaluación de proyectos suele ser mayor que la de rechazo independiente de la inversión de dinero que representa la realización del proyecto. Sin embargo, como se puede observar en la Figura 4.19, las tasas de aprobación son mayores para proyectos que involucran mayores inversiones, alcanzando el 90,32% para los proyectos con una inversión mayor a los 150 MUSD.

Tabla 4.18 Inversión de proyectos calificados.

Inversión [MUSD]	Total	Aprobado	Rechazado/ Desistido
Mínimo	0,00	0,00	0,00
Máximo	5.000,00	5.000,00	3.000,00
Media	184,27	242,10	77,97
Desviación Estándar	653,86	722,41	378,28

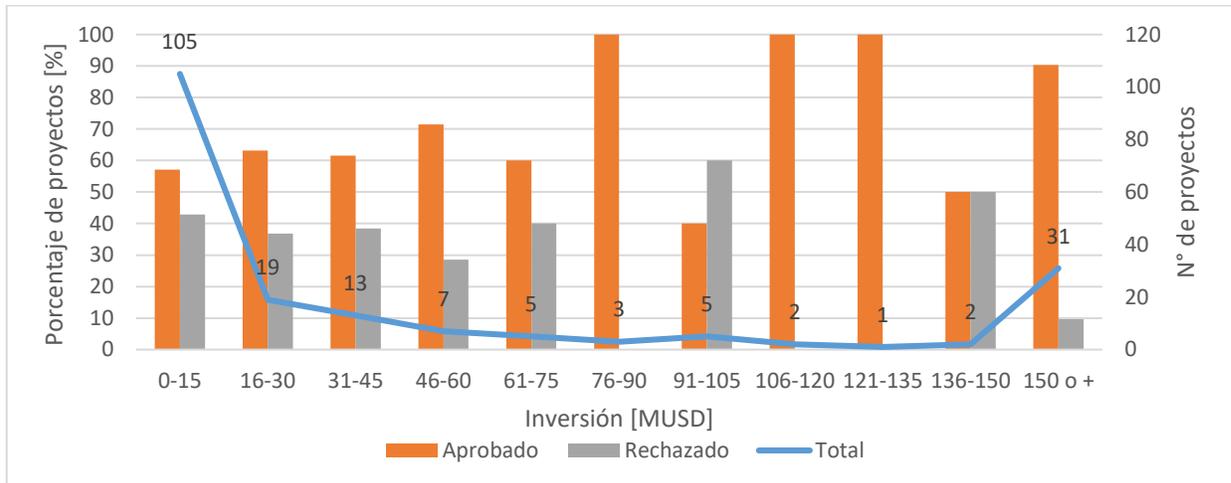


Figura 4.19 Tasa de aprobación/ rechazo y número de proyectos calificados según inversión.

En la tabla a continuación, Tabla 4.19, se presentan los parámetros de los modelos ajustados de la calificación obtenida en la evaluación de impacto ambiental por un proyecto minero en función de la inversión declarada por el proyecto. Como análisis preliminar, en base a estos modelos univariados, se puede observar que el monto invertido por un proyecto afecta de manera positiva de acuerdo con los coeficientes de los modelos, lo que coincide con el comportamiento esperado. Sin embargo, no hay evidencia estadística significativa de que la inversión que representa la realización del proyecto evaluado tenga un efecto significativo en su calificación.

Tabla 4.19 Modelos de regresión lineal y logística univariable del estado de calificación del proyecto en función de la inversión declarada.

Regresión	Lineal	Logística
Constante	0,63 *** (0,04)	0,51 ** (0,16)
Inv	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
R²	0,02	
N° observaciones	193	193

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

4.3 Modelo de Regresión Logística

4.3.1 Elección de Radio de Índice de Impacto Territorial

Para seleccionar el radio con el que se calcula el índice de impacto territorial más adecuado para obtener el modelo final se ajustan modelos logísticos con todas las variables mencionadas, variando el valor del radio de zona de influencia, tomando los valores previamente mencionados: 1, 3, 5, 10, 20 y 50 km, resultando en un total de 6 opciones. Se espera que un mayor índice territorial impacte de manera negativa en la calificación obtenida en la evaluación de impacto ambiental, por lo que el coeficiente que acompañe a esta variable debiese ser negativo. En la Tabla 4.20 se registran los parámetros necesarios para escoger el radio más adecuado de los 6 modelos mencionados, presentando el coeficiente que acompaña al índice, el error estándar y el criterio de información AIC de cada una de las 6 opciones de radio.

Tomando en cuenta los 2 parámetros mencionados, en primer lugar los radios sobre 3 km se apegan a la lógica del efecto del índice territorial sobre el resultado de la evaluación, presentando coeficientes negativos, y en segundo lugar, el modelo que presenta un menor AIC, corresponde al modelo ajustado con un radio de influencia de 10 km, lo que lo califica como la mejor opción de radio para ajustar el modelo de regresión final.

Tabla 4.20 Comparación de Radios con que se calcula Índice de Impacto Territorial.

Modelo	Coefficiente	Error estándar	AIC
IT1km	0,66	0,82	241,64
IT3km	-0,02	0,65	242,31
IT5km	-0,84	0,64	240,59
IT10km	-1,24	0,73	239,42
IT20km	-0,61	0,65	241,43
IT50km	-0,50	0,58	241,56

4.3.2 Selección de Modelo

Antes de determinar la combinación óptima de variables para ajustar el modelo de regresión logística objetivo, se analizará un modelo base que contempla la totalidad de las variables examinadas. Los parámetros de este modelo se registran en la Tabla 4.21. Es importante señalar que, para la construcción del modelo de regresión logística objetivo no se están considerando los supuestos de logit relacionados con los residuos.

Del modelo base se destaca que los coeficientes de las variables de *índice territorial* (IT), *efecto acumulativo* (PP), *vida útil* (VU) e *inversión* (Inv) son consistentes con las hipótesis iniciales sobre su impacto sobre la calificación final en la evaluación ambiental. Para las dos primeras, un incremento en sus valores significa aumentar las probabilidades de rechazo, mientras que para las

restantes aumentan las probabilidades de una calificación positiva de los proyectos. Por el contrario, para las variables de *agua de fuente continental* (AFC), *participación ciudadana* (PAC), *capacidad de tratamiento* (CT) y *mano de obra* (MO), los signos de los coeficientes no concuerdan con las expectativas, lo que podría deberse a la presencia de interacciones entre las variables o al tamaño de la muestra. En particular, para el caso de las variables categóricas, la hipótesis inicial sugiere la existencia de una diferencia entre sus categorías sobre la calificación más que plantear una categoría como más o menos favorable para la evaluación.

En cuanto a la significancia estadística que presentan las variables, únicamente cuatro variables presentan un nivel de significancia suficiente para afirmar que afectan las probabilidades de recibir una calificación de la evaluación de impacto ambiental positiva o negativa. Las cuales corresponden al *efecto acumulativo o proyectos previos* (PP), *año de ciclo político* (ACP), *participación ciudadana* (PAC) y la *inversión* (Inv).

Debido a el limitado número de proyectos de la base de datos, un modelo de regresión logística completo, que incorpore todas las variables independientes inicialmente contempladas, podría carecer de robustez estadística. La susceptibilidad de los resultados a sobreajuste o estimaciones sesgadas aumenta con el reducido tamaño muestral. Con el objetivo de mejorar la confiabilidad del análisis y mitigar posibles problemas de multicolinealidad o sobreajuste, se ha optado por realizar una selección de modelo. En este contexto, se utilizará el criterio de información de Akaike (AIC) como herramienta para la comparación y evaluación de modelos alternativos.

Tabla 4.21 Modelo de Regresión Logística Base.

Modelo Base		
Constante	-15,72 (882,74)	
IT	-1,21 (0,78)	
PP²	-0,00 (0,00)	*
PP	0,17 (0,06)	**
AFC_{sf}	0,01 (0,40)	
CP Bachelet	14,69 (882,74)	
CP Piñera 2	15,06 (882,74)	
CP Boric	14,75 (882,74)	
ACP	0,35 (0,18)	*
AR Norte Chico	-0,76	

	(0,55)	
AR Norte Grande	0,75	
	(0,57)	
PAC	-0,01	*
	(0,00)	
VU	0,00	
	(0,02)	
CT	-0,00	
	(0,01)	
TM No Metálico	-1,12	
	(0,63)	
TM Otros Metales	-0,07	
	(0,46)	
MO	-0,00	
	(0,00)	
Inv	0,01	*
	(0,00)	
AIC	226,01	
Log Likelihood	-102,71	
N° Observaciones	193	

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

Para obtener los modelos que podrían ajustarse mejor a la base de datos estudiada, se calcula el AIC para cada uno de los 8.191 modelos posibles resultantes de todas las posibles combinaciones de las variables estudiadas. De entre estos modelos, se seleccionan los seis mejor ajustados según el criterio de información Akaike (AIC), los cuales se presentan en la Tabla 4.22.

Estos seis modelos se caracterizan por tener una capacidad explicativa similar, ya que exhiben valores de AIC muy cercanos entre sí. Al dar una primera vista a los coeficientes se puede notar que son consistentes para cada variable entre modelos, presentando cambios en la significancia de algunas variables en casos puntuales. Es relevante señalar que *agua de fuente continental* (AFC) y *ciclo político* (CP) no forman parte de ninguna de estas combinaciones de variables, lo que podría sugerir que no contribuyen a la explicación del modelo según lo esperado.

Sin embargo, al complementar esta observación con la matriz de correlación de todas las variables propuestas, registrada en la Figura 4.20, se aprecia que, en el caso del *ciclo político* (CP), esta variable presenta una correlación negativa moderada con *año del ciclo político* (ACP) y, el caso del *agua de fuente continental* (AFC), esta variable exhibe una correlación negativa moderada con la *administración regional* (AR). Esto podría indicar que las variables consideradas en la selección de modelos incorporan la información proporcionada por estas variables excluidas. En primer lugar, esto sugiere que el gobierno de turno en sí no afectaría directamente a la calificación de los proyectos, pero el momento del ciclo político en que se toma la decisión de evaluación sí tiene un impacto. Por otro lado, la variable de *administración regional* (AR) se incluyó en las

variables propuestas siguiendo la hipótesis de que la clasificación depende de la autoridad a cargo de la toma de decisión de la evaluación, en el caso de Chile, autoridad regional. Sin embargo, esta variable también aporta información sobre la ubicación geográfica de los proyectos, lo que podría indicar que la importancia de declarar intenciones de uso de agua continental en la calificación de un proyecto minero depende de la ubicación del proyecto evaluado. Por lo tanto, la variable AR incorporaría parte de la información que aportaría la variable AFC, y por esto queda descartada estadísticamente de la selección para la construcción de un modelo mejor ajustado.

A partir de los parámetros de los seis modelos de regresión ajustados, junto con la matriz de correlación, se tienen algunas observaciones generales:

- Para las variables IT, PP, ACP, PAC e Inv se observan coeficientes consistentes entre los modelos, presentando, en su mayoría, niveles de significancia estadística que respaldan la existencia del impacto de estas variables en la calificación de la evaluación de impacto ambiental.
- La *capacidad de tratamiento* (CT), *mano de obra* (MO) y *vida útil* (VU) no parecen tener efectos significativos en ningún modelo. Además, al observar la matriz de correlación, es posible determinar que la variable Inversión presenta una correlación moderada con estas tres variables. Esto sugiere que incluir la variable inversión en el modelo le proporciona la información que aportan estas variables por separado.
- Las variables categóricas de *administración regional* (AR) y *tipo de mineral* (TM), no presentan coeficientes significativos en la mayoría de los modelos. Sólo en el caso particular del modelo 3, la variable de tipo de mineral presenta un coeficiente significativo, indicando un impacto limitado de esta variable. Además, se observa que la consideración de esta variable afecta los parámetros de la variable de *impacto territorial*, aunque comparten una correlación débil. Esto podría deberse al número limitado de observaciones. La existencia de este efecto conjunto sugiere la elección de una de las dos variables para la construcción del modelo final.
- La mayoría de las variables que presentan un impacto significativo sobre el modelo coinciden con la hipótesis inicial planteada sobre el sentido de su influencia en la calificación de la evaluación de impacto ambiental de un proyecto. En este grupo se encuentran las variables: IT, PP, ACP e Inv. Por el contrario, destaca la variable de *participación ciudadana*, la cual presenta un coeficiente con el signo contrario al esperado. Aunque se pensaba que la realización del proceso de participación ciudadana y en su defecto, un mayor número de preguntas respondidas por el titular favorecería la aprobación de la evaluación de un proyecto, estos modelos indican lo contrario.

Basándose en las observaciones anteriores y en el criterio de información AIC, se selecciona el modelo 1 como modelo final, ya que presenta el AIC más bajo, con un valor de 214,69, y logra optimizar el número de variables consideradas, presentando la mayoría de las variables bajo esta combinación un impacto significativo sobre el resultado de la evaluación.

Tabla 4.22 Alternativas de modelos de regresión con mejores AIC.

Modelos	1		2		3		4		5		6	
Constante	-1,23	*	-0,69		-0,63		-1,24	*	-1,27	*	-1,10	
	(0,60)		(0,67)		(0,67)		(0,60)		(0,60)		(0,68)	
IT	-1,58	*	-1,11				-1,59	*	-1,60	*	-1,52	*
	(0,72)		(0,76)				(0,72)		(0,73)		(0,74)	
PP²	-0,00	*	-0,00	*	-0,00	*	-0,00	**	-0,00	**	-0,00	*
	(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)	
PP	0,17	***	0,14	**	0,14	***	0,18	***	0,17	***	0,16	**
	(0,05)		(0,05)		(0,05)		(0,05)		(0,05)		(0,05)	
ACP	0,31	*	0,32	*	0,29	*	0,31	*	0,31	*	0,30	*
	(0,15)		(0,15)		(0,15)		(0,15)		(0,15)		(0,15)	
AR_{Norte Chico}	-0,38		-0,74		-0,80		-0,41		-0,34		-0,41	
	(0,44)		(0,53)		(0,53)		(0,45)		(0,45)		(0,45)	
AR_{Norte Grande}	0,78		0,65		0,55		0,81		0,82		0,75	
	(0,51)		(0,53)		(0,52)		(0,52)		(0,52)		(0,52)	
PAC	-0,01	*	-0,01	*	-0,01	*	-0,01	*	-0,01	*	-0,01	*
	(0,00)		(0,00)		(0,01)		(0,00)		(0,00)		(0,00)	
Inv	0,00	*	0,00	*	0,00	*	0,00	**	0,00	*	0,00	*
	(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)		(0,00)	
TM_{No Metálico}			-1,06		-1,34	*						
			(0,59)		(0,55)							
TM_{Otros Metales}			-0,20		-0,15							
			(0,43)		(0,43)							
CT							-0,00					
							(0,01)					
MO									-0,00			
									(0,00)			
VU											-0,01	
											(0,02)	
AIC	214,69		215,40		215,54		216,35		216,40		216,53	
N° Observaciones	193		193		193		193		193		193	

Errores estándar son reportados entre paréntesis.

*, **, *** indican nivel de significancia al 90%, 95% y 99%, respectivamente.

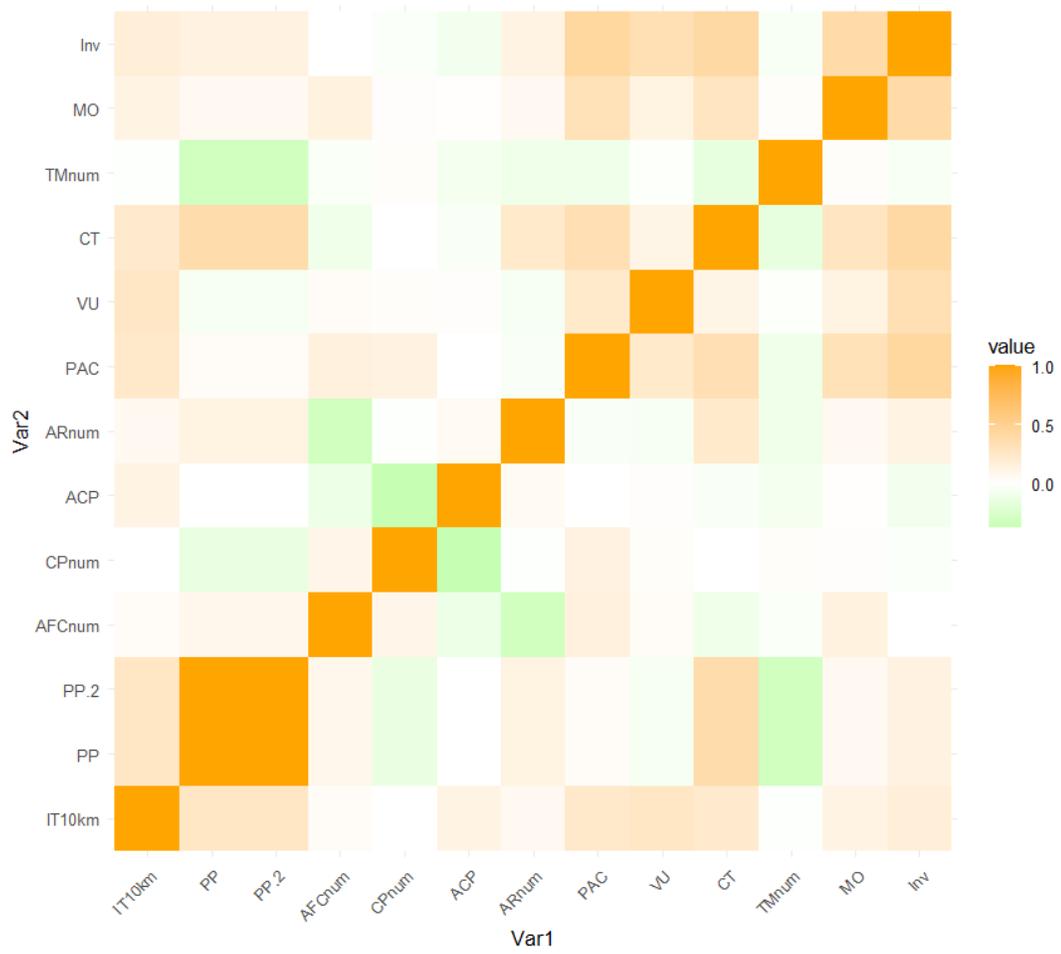


Figura 4.20 Matriz de correlación entre variables determinantes propuestas.

4.3.3 Modelo de Regresión Logística Final

Gracias al análisis anterior, se definió un modelo de regresión logística que trata de ser lo más robusto para la muestra de datos que se tiene. En la Tabla 4.23 se presenta el modelo de regresión logística desarrollado basado en las variables de índice de impacto territorial (IT), Proyectos previos (PP), año de ciclo político (ACP), Administración regional (AR), participación ciudadana (PAC) e inversión (Inv).

Tabla 4.23 Modelo de Regresión Logística

Modelo 1		
Constante	-1,23	*
	(0,60)	
IT	-1,58	*
	(0,72)	
PP²	-0,00	*
	(0,00)	
PP	0,17	***
	(0,05)	
ACP	0,31	*
	(0,15)	
AR_{Norte Chico}	-0,38	
	(0,44)	
AR_{Norte Grande}	0,78	
	(0,51)	
PAC	-0,01	*
	(0,00)	
Inv	0,00	*
	(0,00)	
AIC	214,69	
N° Observaciones	193	

Como primer paso, se realiza un contraste con las hipótesis planteadas para cada variable:

- *Índice de Impacto Territorial (IT)*: La hipótesis planteada de que un mayor índice de impacto territorial, el cual cuantifica el espacio circundante al proyecto que podría verse afectado por su realización, impacta negativamente en la calificación de un proyecto se confirma, ya que su coeficiente es negativo igual a -1,58.
- *Proyectos Previos (PP)*: La relación en forma de u invertida entre la probabilidad de que un proyecto sea aprobado y el número de proyectos previos presentes en las cercanías de los proyectos antes de su calificación se sostiene, dado que el coeficiente que acompaña esta variable al cuadrado es negativo, indicando que existe un punto intermedio para PP en el que la calificación del proyecto se ve favorecida, pero un aumento adicional podría tener un impacto negativo.

- *Año del Ciclo Político (ACP)*: El comportamiento observado en los ciclos políticos analizados se confirma con un coeficiente positivo de 0,31. Lo que significa que existe mayor probabilidad de que un proyecto sea aprobado si este es calificado en años más avanzado del ciclo político que califica.
- *Administración Regional (AR)*: Las variables $AR_{\text{Norte Chico}}$ y $AR_{\text{Norte Grande}}$ no resultan estadísticamente significativas, lo que sugiere que, en este modelo, la zona geográfica no tiene un impacto significativo en la calificación del proyecto.
- *Participación Ciudadana (PAC)*: La hipótesis de que a mayor participación ciudadana mayores probabilidades de ser aprobado se rechaza. El coeficiente negativo de PAC (-0,01) indica que un aumento en la participación ciudadana se asocia con una disminución en la probabilidad de aprobación del proyecto en su evaluación ambiental. Las razones de este resultados podrían recaer en que el proceso de participación ciudadana se realiza en un bajo porcentaje de los proyectos ingresados, sólo se realiza para ciertos proyectos de mayor magnitud (sólo se realizan en proyectos ingresados como EIA) y este proceso se desarrolla sólo si la ciudadanía lo solicita, lo que de por sí debe significar que despierta ciertas dudas en las comunidades involucradas la realización del proyecto.
- *Inversión (Inv)*: La hipótesis de una relación positiva entre la inversión y la probabilidad de ser aprobado se confirma. El coeficiente positivo de Inv (0,00) sugiere que un aumento en la inversión se asocia con un aumento en la probabilidad de aprobación.

En segundo lugar, se identifican que las variables IT, PP, ACP, PAC e Inv son estadísticamente significativas y se interpretan sus coeficientes. De las seis variables con las que se ajusta el modelo final, cinco de ellas son estadísticamente significativas, lo que significa que existe evidencia estadística de que tienen un impacto sobre la probabilidad de que el proyecto sea aprobado. Las cuales se revisan a continuación:

- IT: Un aumento de una unidad en del índice de impacto territorial se asocia, en promedio, con una disminución de aproximadamente 70,89 puntos porcentuales en la probabilidad de que el proyecto sea aprobado.
- ACP: Un aumento de un año en el avance del ciclo político en que se evalúa el proyecto se asocia, en promedio, con un aumento de aproximadamente 35,8 puntos porcentuales en la probabilidad de que el proyecto sea aprobado.
- PAC: Un aumento de una unidad en el número de preguntas realizadas en el proceso de participación ciudadana se asocia, en promedio, con una disminución de aproximadamente 0,97 puntos porcentuales en la probabilidad de que el proyecto sea aprobado.
- Inv: Un aumento de una unidad de MUSD en el monto de la inversión que representa la realización del proyecto minero se asocia, en promedio, con un aumento de 0,45 puntos porcentuales en la probabilidad de que el proyecto sea aprobado.

En resumen, El Modelo 1, con un AIC de 214,69, confirma la mayoría de las hipótesis planteadas y ofrece una aproximación sólida para predecir la probabilidad de aprobación de proyectos mineros

en la evaluación de impacto ambiental. A diferencia de los resultados obtenidos en el análisis particular de cada una de las variables, parámetros que sí presentaban significancia en solitario no la presentan cuando se ajusta el modelo como una combinación de variables, como es el caso del *ciclo político* (CP), la *administración regional* (AR), la *capacidad de tratamiento* (CT) o el *tamaño del mineral* (TM). El cambio en las variables que sí son significativas en la explicación del modelo se atribuye a la complejidad de las relaciones entre las variables y a la capacidad del modelo para capturar esas relaciones de manera más completa en una combinación de ellas en lugar de las variables en solitario. La construcción de un modelo de regresión logística que considere múltiples variables puede proporcionar una imagen más precisa y completa de cómo las variables influyen en la variable dependiente, considerando correlaciones entre variables u omitiendo variables que no aportan mucha información al modelo.

5 Conclusiones

El objetivo principal que se propuso esta investigación fue evaluar la influencia de factores determinantes en la calificación de proyectos mineros sometidos a la evaluación de impacto ambiental en el sistema chileno. En este sentido, se ha logrado identificar y cuantificar la importancia de diversas variables en el proceso de evaluación, proporcionando una visión integral de los factores que afectan la aprobación o rechazo de estos proyectos.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se destaca como una fase crítica en el desarrollo de la industria minera, desempeñando un papel decisivo en la obtención de permisos operativos y actuando como una herramienta esencial para mitigar los efectos adversos asociados con esta actividad. Sin embargo, existe un consenso generalizado sobre la necesidad de mejorar continuamente los sistemas de evaluación ambiental a nivel global. Se destaca la posibilidad de una estandarización del proceso que considere de manera integral tanto los efectos adversos como los positivos del desarrollo de proyectos.

Las variables propuestas como determinantes se agrupan en torno a tres ejes temáticos: impacto territorial, institucionalidad y características intrínsecas de cada proyecto. Los factores propuestos consideran: la superposición del proyecto con áreas destinadas a usos previos, la explotación de fuentes naturales de agua, la gestión de residuos, el contexto político y administrativo, los efectos acumulativos, la vida útil del proyecto, la capacidad de producción, el tipo de mineral, la superficie utilizada, indicadores económicos como empleo e inversión, y el nivel de participación ciudadana. Estas variables, derivadas de la literatura revisada, sirvieron como base para el análisis de esta investigación.

El análisis univariable inicial desarrollado proporciona indicios valiosos sobre posibles relaciones entre las variables individuales, propuestas como determinantes y la calificación del proyecto. No obstante, se resalta la necesidad de un análisis multivariable más completo para comprender la compleja interacción entre estos factores y su impacto conjunto en la evaluación ambiental de proyectos mineros.

La elección del modelo estadístico, respaldado en el criterio de información de Akaike (AIC), subraya la relevancia de variables clave. El análisis multivariable deja en evidencia la ilusión estadística que puede entregar el análisis univariable, como sucede con las variables de ciclo político, capacidad de tratamiento y tipo de mineral que se sindicaban como significativas al analizarlas por separado, pero que en combinación con otras variables ya no entregan información relevante. El índice de impacto territorial (IT), proyectos previos (PP), año del ciclo político (ACP), participación ciudadana (PAC), administración regional (AR) e inversión (Inv) emergieron como factores cruciales en la determinación de la calificación final. La pérdida de significancia de algunas variables en el análisis multivariable resalta la complejidad de las relaciones intervariables.

El modelo final, compuesto por IT, PP, ACP, PAC, AR y Inv, proporciona una aproximación sólida del impacto de estas variables sobre la probabilidad de aprobación de proyectos mineros en la evaluación de impacto ambiental. En el contraste con las hipótesis planteadas para cada variable, se verifica la relación negativa entre un mayor Índice de Impacto Territorial y la calificación del proyecto. Asimismo, se sostiene la relación en forma de "u" invertida para Proyectos Previos. Además, se confirma que los proyectos evaluados en etapas más avanzadas del ciclo político tienen una mayor probabilidad de aprobación, y también, en cuanto a la inversión (Inv), se confirma la hipótesis de una relación positiva, donde un aumento en la inversión está asociado con una mayor probabilidad de aprobación.

Sin embargo, se observa que la Participación Ciudadana (PAC) tiene un impacto contrario al esperado, ya que un aumento en la participación se asocia con una disminución en la probabilidad de aprobación del proyecto. Este hallazgo podría ser atribuido a limitaciones en el proceso de participación ciudadana, debido a la baja frecuencia de aplicación y la selectividad en proyectos de mayor tamaño.

El modelo final, con cinco variables estadísticamente significativas, demuestra la complejidad de las relaciones entre factores y la importancia de considerar múltiples variables simultáneamente. A pesar de que algunas variables perdieron significancia al integrarse en el modelo, se destaca la capacidad del modelo de regresión logística para capturar relaciones de manera más completa, proporcionando una visión más precisa de cómo estas variables influyen conjuntamente en la evaluación ambiental de proyectos mineros

Aunque este modelo se posiciona como una herramienta valiosa para prever cuáles variables afectan en mayor medida la probabilidad de aprobación de la evaluación de impacto ambiental de los proyectos mineros, se reconoce que este estudio se desarrolló en base a la data de los proyectos evaluados en la última década (2013-2022) y es crucial la necesidad de abordar el impacto del tiempo en estos resultados, considerando que la evaluación de impacto ambiental está en constante evolución y la industria minera también experimenta cambios, modificando la relevancia de ciertas variables con el tiempo. Esta investigación sienta las bases para una mayor comprensión del proceso en la actualidad, pero para un entendimiento a futuro es necesario enriquecer este trabajo, considerando posibles cambios en la dinámica de la evaluación ambiental y explorando nuevas variables para una comprensión más completa.

6 Bibliografía

- Alonso, V., Ayala, M., & Chamas, P. (2020). Compensaciones por pérdida de biodiversidad y su aplicación en la minería: los casos de la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú. En *serie Medio Ambiente y Desarrollo*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45067-compensaciones-perdida-biodiversidad-su-aplicacion-la-mineria-casos-la-argentina>
- Badera, J. (2014). Problems of the social non-acceptance of mining projects with particular emphasis on the European Union – a literature review [Article]. *Environmental & Socio-Economic Studies*, 2(1), 27–34. <https://doi.org/10.1515/enviro-2015-0029>
- Carranza, D. M., Varas-Belemmi, K., De Veer, D., Iglesias-Müller, C., Coral-Santacruz, D., Méndez, F. A., Torres-Lagos, E., Squeo, F. A., & Gaymer, C. F. (2020). Socio-environmental conflicts: An underestimated threat to biodiversity conservation in Chile. *Environmental Science & Policy*, 110, 46–59. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2020.04.006>
- Cereceda-Balic, F., Ruggeri, M. F., Vidal, V., Ruiz, L., & Fu, J. S. (2022). Understanding the role of anthropogenic emissions in glaciers retreat in the central Andes of Chile. *Environmental Research*, 214, 113756. <https://doi.org/10.1016/J.ENVRES.2022.113756>
- Demirkan, C. P., Smith, N. M., & Duzgun, S. (2022). A Quantitative Sustainability Assessment for Mine Closure and Repurposing Alternatives in Colorado, USA. *Resources 2022*, Vol. 11, Page 66, 11(7), 66. <https://doi.org/10.3390/RESOURCES11070066>
- Ferrer, Y. R. (2015a). Seguimiento en el tiempo de la evaluación de impacto ambiental en proyectos mineros. *Luna Azul*, 42, 256–269. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.42.16>
- Hilson, G. (2002). An overview of land use conflicts in mining communities. *Land Use Policy*, 19(1), 65–73. [https://doi.org/10.1016/S0264-8377\(01\)00043-6](https://doi.org/10.1016/S0264-8377(01)00043-6)
- Ibáñez, G. (2017). *ANÁLISIS DE RECHAZO DE PROYECTOS MINEROS EN CHILE, PRESENTADOS AL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ENTRE 2005-2014* [UNIVERSIDAD DE CHILE]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151403/Analisis-rechazo-proyectos->
- Jaskoski, M. (2021). Conflicto y estrategia social en la minería y los hidrocarburos peruanos: Los usos variados de la participación en la evaluación de impacto ambiental [Article]. *Revista de ciencia política (Santiago)*, 41(ahead), 587. <https://doi.org/10.4067/s0718-090x2021005000123>
- Kobayashi, H., Watando, H., & Kakimoto, M. (2014). A global extent site-level analysis of land cover and protected area overlap with mining activities as an indicator of biodiversity pressure. *Journal of Cleaner Production*, 84(1), 459–468. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.04.049>

- Kutscher, C., & Cantallopis, J. (2017). *Análisis del Proceso de Evaluación Ambiental de los Proyectos Mineros*. <https://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/1116>
- Laurence, D. (2011). Establishing a sustainable mining operation: an overview. *Journal of Cleaner Production*, 19(2–3), 278–284. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.08.019>
- Lèbre, É., Stringer, M., Svobodova, K., Owen, J. R., Kemp, D., Côte, C., Arratia-Solar, A., & Valenta, R. K. (2020). The social and environmental complexities of extracting energy transition metals. *Nature Communications* 2020 11:1, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18661-9>
- Lechner, A. M., McIntyre, N., Witt, K., Raymond, C. M., Arnold, S., Scott, M., & Rifkin, W. (2017). Challenges of integrated modelling in mining regions to address social, environmental and economic impacts. *Environmental Modelling & Software*, 93, 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.03.020>
- Mancini, L., & Sala, S. (2018). Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. *Resources Policy*, 57, 98–111. <https://doi.org/10.1016/J.RESOURPOL.2018.02.002>
- Marimuthu, R., Sankaranarayanan, B., Ali, S. M., Jabbour, A. B. L. de S., & Karuppiah, K. (2021a). Assessment of key socio-economic and environmental challenges in the mining industry: Implications for resource policies in emerging economies. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 814–830. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.005>
- Martínez, D. R., Albín, J. L., Cabaleiro, J. C., Pena, T. F., Rivera, F. F., & Blanco, V. (2009). El Criterio de Información de Akaike en la Obtención de Modelos Estadísticos de Rendimiento. *Conferencia: XX Jornadas de Paralelismo*, 439–444. https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Pena/publication/236279245_El_criterio_de_informacion_de_Akaike_en_la_obtencion_de_modelos_estadisticos_de_Rendimiento/links/58904fa3aca272bc14be3600/El-criterio-de-informacion-de-Akaike-en-la-obtencion-de-modelos-estadisticos-de-Rendimiento.pdf
- Milman, O., & Evershed, N. (2015). Australia has denied environmental approval to just 18 projects since 2000. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/environment/2015/aug/12/australia-has-denied-environmental-approval-to-just-11-projects-since-2000>
- Moral, I. (2016). Modelos de regresión: lineal simple y regresión logística. *Revista Seden*, 195–214.
- Ocampo-Melgar, A., Sagaris, L., & Gironás, J. (2019). Experiences of voluntary early participation in Environmental Impact Assessments in Chilean mining. *Environmental Impact Assessment Review*, 74, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.09.004>

- ONU. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- Preston, B. (2021). Contemporary Issues in Environmental Impact Assessment. *Environmental and Planning Law Journal*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3949086
- Prno, J. (2013). An analysis of factors leading to the establishment of a social licence to operate in the mining industry. *Resources Policy*, 38(4), 577–590. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2013.09.010>
- Rodríguez-Luna, D., Vela, N., Alcalá, F. J., & Encina-Montoya, F. (2021). The environmental impact assessment in Chile: Overview, improvements, and comparisons. *Environmental Impact Assessment Review*, 86, 106502. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106502>
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2022). *Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)*. <https://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyecto.php>
- Sinan, S., & Erzurumlu, Y. O. (2015). Sustainable mining development with community using design thinking and multi-criteria decision analysis. *Resources Policy*, 46, 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2014.10.001>
- Sinclair, A. J., Diduck, A., & Fitzpatrick, P. (2008). Conceptualizing learning for sustainability through environmental assessment: critical reflections on 15 years of research. *Environmental Impact Assessment Review*, 28(7), 415–428. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2007.11.001>
- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). (2023). *¿Qué es la SMA? - Historia*. <https://portal.sma.gob.cl/index.php/que-es-la-sma/>
- Wooldridge, J. M. (2009). *Introducción a la econometría Traducción Revisión técnica* (J. Reyes Martínez & A. Vega Orozco, Eds.; 4a. edición).

7 Anexos

Tabla 7.1 Proyectos descartados de base de datos.

N°	Proyecto	Razón	Breve Descripción
1	Obras e Instalaciones Complementarias Área Mina Proyecto QB2	Fuera de Alcances.	Pruebas en la planta, cambios en las instalaciones y sistemas pero se mantienen los ritmos de extracción, producción y los desechos generados.
2	Nuevo Campamento Carén - División El Teniente	Fuera de Alcances.	Cambios en las instalaciones del campamento.
3	ADECUACION Y OPTIMIZACION AREA MINA PROYECTO QB2	Fuera de Alcances.	Cambios en el sistema de calificación y distribución de los relaves, en el sistema de manejo de aguas y en las instalaciones auxiliares a la faena.
4	Desarrollo de Infraestructura y Mejoramiento de Capacidad Productiva de Collahuasi	Información no disponible.	No se dispone del archivo de la Declaración de Impacto Ambiental en la plataforma del SEIA.
5	Obras complementarias de decantación y otras acciones, Proyecto Mina Invierno	Fuera de Alcances.	Cambios en el manejo de agua.
6	Manejo de aguas naturales antes de botaderos mina	Fuera de Alcances.	Implementación de sistema de drenaje.
7	Sistema de Control de Emisiones Planta de Pellets de Huasco	Fuera de Alcances.	No afecta parámetros de la operación.
8	"Botadero de Lastre Cerro Turquesa"	Fuera de Alcances.	Utilización de un sector abandonado de la misma operación como botadero para dar continuidad al proyecto. No interviene nuevos terrenos.
9	Adecuación Obras Mineras de Andina para Continuidad Operacional Actual	Fuera de Alcances.	Modificación de ubicaciones de estructuras de un proyecto ya aprobado sin cambiar los parámetros de este.
10	Ajustes de Aspectos Constructivos en Proyecto Peraltamiento Embalse Carén, Séptima Etapa	Tipología errónea.	Proyecto de embalse de agua.
11	Instalaciones Complementarias para Alcanzar Tratamiento de 170 ktpd	Fuera de Alcances.	Cambios en instalaciones complementarias. No afecta parámetros de la operación.
12	Adecuaciones Ejecución Proyecto NNM	Fuera de Alcances.	Cambios en cronograma y requerimiento de energía eléctrica.
13	Proyecto Monturaqui	Tipología errónea.	Proyecto de extracción de agua.
14	Segunda Optimización Proyecto Óxidos Encuentro	Fuera de Alcances.	Cambio del sistema de manejo de ácido sulfúrico, e instalaciones complementarias.

15	Segunda Optimización Proyecto Óxidos Encuentro	Fuera de Alcances.	No modifica en ninguna forma la evaluación de impacto ambiental de la RCA 0201/13. Sólo representa cambios en las ubicaciones de instalaciones del proyecto.
16	Plan de Prospecciones Geológicas 2016-2026	Tipología errónea.	Proyecto de prospección.
17	Modificación parcial de las actividades de reforestación y enriquecimiento del PID-MLP y creación del Área Protegida Cerro Santa Inés para la conservación de la biodiversidad	Fuera de Alcances.	Proyecto de protección de la biodiversidad. No cambia parámetros de operación original.
18	Declaración de Impacto Ambiental Botadero de Estériles Coyita	Fuera de Alcances.	Proyecto de botadero de estériles.
19	Proyecto Ampliación Botadero de Lastre 02	Fuera de Alcances.	Proyecto de botadero de estériles.
20	Proyecto Extracción de Áridos Pozo Silva	Tipología errónea.	Áridos.
21	Peralte Tranque de Relave N°6	Tipología errónea.	Tranque de relave.
22	Optimización Proyecto Óxidos Encuentro	Fuera de Alcances.	Cambio en ubicación de estructuras auxiliares que no afecta los parámetros de la operación original.
23	MODIFICACIÓN PROYECTO MINA EL TURCO, SECTORES SOFÍA 2 Y TURCO SUR	Fuera de Alcances.	Cambios en camino Mina-Planta, maquinaria y otras instalaciones auxiliares que no afectan los parámetros de la operación original.
24	Actualización de Instalaciones en Campamento Rancho del Gallo - Proyecto Minero Refugio	Fuera de Alcances.	Cambios en las instalaciones del campamento.
25	Modificación II Producción de Yodo SCM BULLMINE	Fuera de Alcances.	Proyecto que busca optimizar la construcción y operación de la aducción de agua de mar.