



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE MINAS

DESAFÍOS EN LA NORMATIVA QUE AFECTA A LA PEQUEÑA MINERÍA PARA EL DESARROLLO DE DEPÓSITOS DE RELAVES MINEROS PROPONIENDO CAMBIOS EN LA LEGISLACIÓN MINERA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL DE MINAS

DIEGO PABLO ROJAS MATUS

PROFESOR GUÍA

GONZALO MONTES ATENAS

PROFESOR CO-GUÍA

PATRICIO DIP SEGOVIA

COMISIÓN

IVÁN SUAZO CÓRDOVA

SANTIAGO DE CHILE

2021

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE:** Ingeniero Civil de Minas
POR: Diego Pablo Rojas Matus
FECHA: 6 de Julio de 2021
PROFESOR GUÍA: Gonzalo Montes Atenas

DESAFÍOS EN LA NORMATIVA QUE AFECTA A LA PEQUEÑA MINERÍA PARA EL DESARROLLO DE DEPÓSITOS DE RELAVES MINEROS PROPONIENDO CAMBIOS EN LA LEGISLACIÓN MINERA

La Pequeña Minería, sector minero que aporta con cerca del 1% de la producción nacional de cobre, se caracteriza por establecerse principalmente en sectores urbanos alejados de las capitales regionales y que cuentan con mayor dificultad para el abastecimiento de suministros. Por lo anterior, aporta fuertemente como fuente laboral y al desarrollo de las comunidades aledañas. Las plantas de procesamiento de mineral asociadas a la pequeña minería presentan mayores dificultades comparativas para su progreso y crecimiento económico, tanto en la jurisdicción que aplica al proceso, como en la burocracia establecida para tratar los impactos ambientales en que los proyectos son susceptibles a generar.

En este contexto, la presente investigación posee como objetivo principal proponer cambios al marco normativo actual y al proceso burocrático que se establece para dar así mayores facilidades de desarrollo e impulsar a la Pequeña Minería de Chile. El estudio contempla la comparación del proceso de evaluación de impacto ambiental de once países que se caracterizan por fomentar el desarrollo minero, estableciendo periodos de respuesta y número de entidades reguladoras responsables concluyendo así índices burocráticos, con el fin de observar de mejor manera el desarrollo individual de cada uno de estos. Las propuestas desarrolladas en el presente informe son i) la revisión en la tipología de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), estableciendo posibles restricciones que dan mayor versatilidad a este sector de la minería que se ve muy afectado ante cambios bruscos en el precio del cobre, dando a conocer la duplicidad de permisos ambientales solicitados por distintas entidades reguladoras estableciendo y definiendo de mejor manera responsabilidades específicas para cada servicio, ii) la definición de parámetros para Gran, Mediana y Pequeña Minería para estudios de estabilidad física y química de depósitos de relaves y finalmente iii) dar a conocer dos procesos previos al proceso de evaluación de impacto ambiental que internacionalmente han aportado en la optimización de este en las demás potencias mineras: Screening y Scoping . Estos cambios se desarrollan con la intención de disminuir costos y tiempos de revisión y respuesta asociados al proceso de evaluación en general.

Se concluye que Chile ha establecido un buen proceso detallado y claro para tratar de la mejor manera el tema de impactos ambientales por parte de los cientos de proyectos que cada año son solicitados a revisión al SEIA, comparado con los países de estudio. Sin embargo, la legislación no ha sido debidamente actualizada para considerar dificultades diferenciales de la Pequeña Minería, generando barreras para sus plantas que estancan de manera directa su desarrollo. Los cambios propuestos aseguran un mejor funcionamiento y optimización tanto en la burocracia establecida dentro del SEIA como para el desarrollo de los empresarios de este pequeño pero importante sector de la minería nacional.

THESIS WORK ABSTRACT TO APPLY TO:

The Civil Engineer in Mines Degree

By: Diego Pablo Rojas Matus

DATE: July 6, 2021

THESIS SUPERVISOR: Gonzalo Montes Atenas

CHALLENGES IN THE REGULATION AFFECTING SMALL MINING FOR THE
DEVELOPMENT OF MINING TAILINGS DEPOSITS PROPOSING CHANGES IN MINING
LEGISLATION

Small-scale Mining is a mining sector that contributes about 1% of the national copper production, characterized by being established mainly in urban sectors far from the regional capitals and having more significant difficulties in the supply chain than large-scale operations. Therefore, it contributes strongly as a source of employment and to the development of the surrounding communities. The mineral processing plants associated with Small-scale Mining companies face more significant challenges for their progress and economic growth, both in the jurisdiction that applies to the process and in the bureaucracy established to deal with the environmental impacts that the projects are likely to generate.

In this context, the main objective of this investigation is to propose changes to the current regulatory framework and the established bureaucratic processes, to favor the development and thus promote Small-scale Mining in Chile. The study contemplates comparing the processes of assessment of environmental impact in eleven countries characterized by promoting mining development, establishing response periods, and the number of responsible regulatory entities, thus elaborating bureaucratic indices to characterize individual action of each of these better. The proposals developed in this report are i) the revision of the type of entry into the Environmental Impact Assessment System (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, SEIA), establishing possible modifications that give greater versatility to this mining sector, which is highly affected by sudden changes in the price of copper, making known the duplication of environmental permits requested by different regulatory entities establishing and better defining specific responsibilities for each service, ii) the definition of parameters for Large-, Medium- and Small-scale Mining for studies of physical and chemical stability of tailings deposits and finally iii) to present two processes before entering the SEIA that have internationally contributed to its optimization: Screening and Scoping. These changes are developed to reduce costs and the overall response times associated with the evaluation.

We conclude that Chile has established a good, detailed, and transparent process to better deal with environmental impacts by the hundreds of projects that each year are requested for review by the SEIA, compared to the benchmark countries. However, the legislation has not been duly updated to consider the differential difficulties of Small-scale Mining, creating barriers for its plants that directly stall its development. The proposed changes ensure a better functioning both in the bureaucracy established within the SEIA and the general development of the entrepreneurs of this small but significant sector of the national mining industry.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	1
1.1.	Objetivo General	2
1.2.	Objetivos Específico	2
1.3.	Alcances	2
2.	Metodología	3
2.1.	Recopilación de Información	3
2.2.	Proceso de Evaluación Ambiental Nacional e Internacional	3
2.3.	Estudio de mercado para la creación de una DIA	3
2.4.	Establecer las problemáticas que afectan la pequeña minería.....	4
2.5.	Proponer modificaciones al Sistema de Evaluación Ambiental de Chile	4
3.	Antecedentes	5
3.1.	Minería Nacional y Pequeña Minería	5
3.2.	Depósitos de Relaves	8
3.2.1.	Embalse de Relaves	9
3.2.2.	Depósito de Relave Espesado	9
3.2.3.	Depósito de Relave en Pasta	10
3.2.4.	Depósito de Relave Filtrado.....	11
3.2.5.	Tranque de Relaves.....	12
4.	Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.....	14
4.1.	Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en Países Mineros.....	15
4.1.1.	Chile.....	16
4.1.2.	Perú	18
4.1.3.	Estados Unidos.....	20
4.1.4.	Australia.....	22
4.1.5.	Canadá.....	25
4.1.6.	México	27
4.1.7.	Reino Unido	29
4.1.8.	Sudáfrica	31
4.1.9.	Brasil.....	32
4.1.10.	Bolivia.....	34
4.1.11.	Argentina.....	35
4.2.	Problemas relacionados al proceso de autorización y permisos ambientales	41
4.2.1.	Tipología de ingreso al SEIA.....	42

4.2.2.	Requerimientos de Permisos Ambientales Sectoriales	43
4.2.3.	Criterios de aprobación	44
4.2.4.	Coordinación de los Servicios que participan en la Evaluación Ambiental.....	46
4.2.5.	Costos de ingresar al SEIA	47
4.2.6.	Limitaciones del DS N° 248	47
4.3.	Propuestas relacionadas al proceso de autorización y permisos ambientales	48
4.3.1.	Tipología de ingreso al SEIA.....	48
4.3.2.	Coordinación de los Servicios que participan en la Evaluación Ambiental.....	50
4.3.3.	Costos de ingresar al SEIA	50
4.3.4.	Estabilidad Física	51
4.3.5.	Estabilidad Química.....	53
4.3.6.	Screening y Scoping.....	54
5.	Conclusión	59
6.	Bibliografía	61
7.	Anexos	65
7.1.	Anexo 1	65
7.2.	Anexo 2.....	66
7.3.	Anexo 3.....	68

Índice de Figuras

Figura 1: Embalse de relaves y su disposición. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).....	9
Figura 2: Disposición de Relaves Espesados - Método Robinsky. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).	10
Figura 3: Depósito de relaves en pasta, Fuente: CABILDO (2013).....	11
Figura 4: Depósito de relaves filtrado con equipo en movimiento, Fuente: SERNAGEOMIN (2007). ...	11
Figura 5: Esquema del método de construcción de depósitos de relaves usando el método de Aguas Abajo. Fuente: Western Australia. Department of Minerals and Energy (1998).....	12
Figura 6: Esquema del método de construcción de depósitos de relaves usando el método de Aguas Arriba. Fuente: Western Australia. Department of Minerals and Energy (1998).....	13
Figura 7: Esquema del método de construcción de depósitos de relaves usando el método de Eje Central. Fuente: Western Australia. Department of Minerals and Energy (1998).	13
Figura 8: Diagrama del proceso de evaluación ambiental, Fuente: Cochilco (2017).....	17
Figura 9: Diagrama del proceso de evaluación ambiental, Autor: Amalia Cuba (2012).....	19
Figura 10: Diagrama de flujo lógico del proceso NEPA. Autor: Robert Davis (1996).....	21
Figura 11: Proceso de evaluación ambiental de la Ley EPBC: Remisión, Fuente: Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2010).	23
Figura 12: Proceso de evaluación ambiental de la Ley EPBC: evaluación / decisión de aprobar. Fuente: Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2010).	24
Figura 13: Diagrama del proceso de evaluación ambiental canadiense, Fuente: Gobierno de Canadá (2015).....	26
Figura 14: Secuencia del proceso de EIA. Fuente: Adaptado de MOPU (1995a) México (2000).	28
Figura 15: Diagrama del proceso de evaluación ambiental básico en Reino Unido, Fuente: Universidad de Londres (2005).	30
Figura 16: Diagrama del proceso de evaluación ambiental de Sudáfrica, Autor: Umzimkhulu Local Municipality (2019).	31
Figura 17: Diagrama del proceso de evaluación ambiental en Brasil, Fuente: Stamm (2003).....	33
Figura 18: Diagrama del proceso de evaluación ambiental en Bolivia, Autor: Gobierno de Bolivia (2003).	34
Figura 19: Diagrama del proceso de evaluación ambiental argentino, Autor: Gobierno de Argentina (2019).....	36
Figura 20: Características del proceso EIA por país.....	38
Figura 21: Indicadores de Desempeño Proceso Evaluación de Impacto Ambiental por país.....	39
Figura 22: Tiempo Promedio de Revisión (TPR) de proyectos con “DIA” en el SEIA. Fuente: Base estadística SEIA (2021).	41
Figura 23: Volumen de relave depositado vs vida útil del depósito.....	43
Figura 24: Estudio técnico-económico de una planta concentradora de minerales.	49

Índice de Tablas

Tabla 1. Porcentaje de participación en producción de la minería metálica por tamaño de empresa.	5
Tabla 2. Producción (tmf) y participación (%) de la minería del cobre, grandes empresas, según tipo de propiedad, año 2019.....	5
Tabla 3. Definiciones legales de Mediana Minería.....	6
Tabla 4. Definiciones legales de la Pequeña Minería.	7
Tabla 5. Depósitos de relaves en Chile.	8
Tabla 6. Tipo de relave y sus características de densidad y volumen de agua.....	8
Tabla 7. Autoridades competentes para la resolución de evaluaciones de impacto ambiental por país. ...	37
Tabla 8. Características del proceso de EIA por país.....	38
Tabla 9. Indicadores de Desempeño Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental por país.....	39
Tabla 10. Plazos (días) del Proceso de una Declaración de Impacto Ambiental en Chile.....	41
Tabla 11. Características depósitos de relave Pequeña Minería.	44
Tabla 12. Evolución proyectos (%) ingresados al SEIA por periodo. Fuente: Base estadística SEIA (2017).....	44
Tabla 13. Duplicidad de competencias entre el SERNAGEOMIN y DGA.....	46
Tabla 14. Tabla Resumen VAN Planta Procesadora de Minerales.....	49
Tabla 15. Potencial de Inseguridad. Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2018).	51
Tabla 16. Grado de Inseguridad. Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2018).	51
Tabla 17. Definiciones de Screening.	54
Tabla 18. Definiciones de Scoping.	56
Tabla 19. Proceso de Screening y Scoping en diferentes países mineros.	58

1. Introducción

En la actualidad, la minería es considerada como una de las actividades más importantes a nivel mundial en donde Chile ocupa un rol importante al participar con el 28,4% de la producción de cobre. Por otro lado, la participación de la minería en el PIB nacional alcanzó un 9,4% en donde el cobre lo hizo con un 8,4%.

La minería nacional se ve categorizada en tres sectores principales, en donde cada uno de los actores presenta características que los diferencian en función a; las toneladas extraídas y a la cantidad de personal contratado. Las diferentes definiciones son establecidas por las instituciones mencionadas a continuación; Dirección General de Aguas (DGA), Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), las cuales están encargadas de tramitar y dirimir los permisos ambientales establecidos en la legislación minera, necesarios para poder desarrollar esta actividad. La gran minería que lidera la producción de cobre, oro y plata con un aporte aproximado al 93,3% del total extraído, esta actividad se desarrolla con procesos altamente mecanizados, con tecnología de punta, altos estándares de seguridad e intensiva en capital. La mediana minería en Chile está conformada por aproximadamente 30 empresas, las cuales presentan exportaciones comparables a las exportaciones generadas por vitivinícolas y de celulosa, por lo cual es importante mantener su desarrollo. Finalmente, la pequeña minería, quien presenta en promedio cerca del 1% de participación en la producción nacional, este sector destaca en el ámbito laboral y social puesto que aportan fuertemente como fuente de empleo, desarrollo de comunidades y sectores urbanos alejados de capitales regionales. Esta actividad se caracteriza por reflejar menor tecnología en los procesos de operación y baja inversión capital.

Es importante mencionar que el sector de pequeña minería se ve directamente afectado a los cambios en el precio del cobre, repercutiendo directamente en la producción del sector. Las variadas dificultades que presenta al momento de su desarrollo y crecimiento se observan principalmente al momento en donde los costos de producción se ven incrementadas debido a los bajos niveles de economías de escala y de uso de tecnología, y al menor acceso a la propiedad minera y al financiamiento.

En este trabajo se abordan las problemáticas que presenta este sector minero, al momento de establecer proyectos de expansión para plantas de concentración de mineral y las dificultades tanto económicas, temporales y legislativas que enfrentan al momento de generar proyectos de ampliación o creación de depósitos de relaves, tomando en cuenta la normativa actual. Hoy en día los principales problemas que afectan a la pequeña minería son; la tipología de ingreso al SEIA, en cuanto a discrepancias de definiciones con otras instituciones y elevados costos y tiempo de tramitación de los permisos ambientales de inicio de operación. El segundo punto son los criterios de aprobación del SERNAGEOMIN para la formación depósitos de relaves en términos técnicos y económicos. El siguiente aspecto tratado es la duplicidad de permisos sectoriales que debe presentar este sector minero, en donde dos instituciones diferentes solicitan los mismos antecedentes. Finalmente, los largos tiempos de tramitación de permisos ambientales en contraste a las dimensiones de los depósitos de relave a aprobar regidas por la ley, provocan un constante

desarrollo de proyectos de depósitos de relave y sus respectivos permisos ambientales para no verse en la necesidad de detener la operación por falta de capacidad.

1.1. Objetivo General

Proponer mejoras al marco normativo actual y al proceso que debe llevar a cabo una planta de procesamiento de mineral para la formación de relaves mineros, esto mediante el estudio en detalle del proceso de obtención de permisos ambientales, tomando en cuenta los factores que afectan de manera directa a la Pequeña Minería del país.

1.2. Objetivos Específico

- Establecer y diferenciar los tipos de minería que se desarrollan en el país en función.
- Diferenciar los tipos de depósitos relaves existentes dando a conocer sus características, limitaciones y costos.
- Conocer en detalle el proceso que se lleva a cabo para la solicitud de permisos ambientales y evaluación de impacto ambiental.
- Diferenciar a las instituciones participantes durante el proceso de solicitud de permisos ambientales y evaluación de impacto ambiental, estableciendo la función de los servicios dentro del proceso y los requisitos que cada uno de estos exige al presentar una solicitud.
- Comparar la burocracia involucrada dentro del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de once países, definiendo indicadores burocráticos identificando así, ventajas y deficiencias de cada proceso.
- Evidenciar los problemas que presenta la industria de la pequeña minería durante el proceso de obtención de autorizaciones o permisos ambientales detectando falencias en el proceso.
- Proponer mejoras a la legislación nacional y a la normativa reguladora para el desarrollo de depósitos de relaves y al proceso de obtención de permisos ambientales y evaluación de impacto ambiental.

1.3. Alcances

Este trabajo se desarrolla dentro de los temas que involucran a la industria de la Pequeña Minería de Chile, en específico la industria del tratamiento de mineral sulfurado para posterior flotación de mineral y el proceso que se lleva a cabo hoy en día para la solicitud de permisos ambientales.

El estudio queda limitado a:

- Datos e información obtenida desde base de datos gubernamentales.
- Legislación y normativa regulatoria aplicada a la Pequeña Minería de Chile para la solicitud de permisos ambientales.
- Industria del procesamiento de minerales sulfurados (Chancado / Molienda / Flotación).

2. Metodología

2.1. Recopilación de Información

Búsqueda bibliográfica sobre las normativas que legislan el desarrollo de depósitos de relaves mineros y las instituciones encargadas de dar respuesta a las solicitudes de permisos ambientales en Chile.

Se obtiene información en el Servicio de Evaluación Impacto Ambiental de Chile:

- Información sobre los proyectos o actividades que deben someterse de manera obligatoria al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, establecida en la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.
- Búsqueda de proyectos mineros, en específico sobre formación o ampliación de depósitos de relaves en Chile.
- Filtrado de información descartando proyectos de gran envergadura (Gran y Mediana Minería).

2.2. Proceso de Evaluación Ambiental Nacional e Internacional

Se establecen 11 países para el estudio sobre el proceso de evaluación de impacto ambiental que cada uno de estos instaura y la forma en que este se desarrolla para cada proyecto, esto mediante el uso de diagramas de flujo mostrando así la burocracia definida para cada método, determinando la cantidad de instituciones reguladoras y los periodos de respuesta a las solicitudes enviadas. Definición de índices burocráticos de índole cuantitativos para establecer y visualizar las ventajas y desventajas intrínsecas de cada proceso.

2.3. Estudio de mercado para la creación de una DIA

El estudio de mercado realizado está en función a los costos relativos asociados a la creación de una Declaración de Impacto Ambiental y a la duración asociada a la respuesta final dentro del Sistema de Evaluación Ambiental.

- Para el estudio de costos asociados al desarrollo de una DIA para un proyecto minero de pequeña minería, se estableció contacto con diferentes empresas de consultoría ambiental para definir precios promedios para la creación de una DIA.
- Para el estudio de la duración del proceso se obtiene la información desde los registros de la página web del Servicio de Evaluación Ambiental

2.4. Establecer las problemáticas que afectan la pequeña minería

Para establecer desde un punto de vista de gestión minera los problemas que afectan a la pequeña minería para su desarrollo, se realizaron diferentes reuniones con empresarios de este sector, dando a conocer las dificultades y el choque de información existente dentro del proceso de evaluación ambiental. Se definen principalmente seis problemas, la tipología de ingreso, los requerimientos para la solicitud de permisos ambientales sectoriales, los criterios de aprobación por parte del SERNAGEOMIN, la coordinación de los servicios que participan en la evaluación ambiental, los costos que involucra ingresar al proceso y las limitaciones del DS N°248, la cual no establece diferencias entre los tipos de minería desarrolladas en el país.

2.5. Proponer modificaciones al Sistema de Evaluación Ambiental de Chile

En función a los problemas establecidos, se realizó un estudio técnico-económico para establecer nuevos y mejores límites para la tipología de ingreso al SEIA, se definieron estudios de estabilidad física y química diferenciando entre los tipos de minería establecidos en el país, se establecen propuestas con el fin de establecer mayor sincronía entre las entidades que se encargan de otorgar permisos ambientales y para la disminución de costos involucrados en el proceso, y finalmente se definen dos nuevos procesos utilizados por grandes potencias mundiales dentro de la minería del cobre, screening y scoping.

3. Antecedentes

3.1. Minería Nacional y Pequeña Minería

La minería es una actividad de alto impacto a nivel nacional, alcanzando aportes al PIB del 9,4% [1] y un 56% del total de exportaciones para el año 2019 [2]. Su desarrollo se proyecta al año 2031 una producción nacional de cobre de 7,095 millones de toneladas, a una tasa de crecimiento promedio de 1,7% [3]. La constante disminución de ley debido al aumento en la profundidad de los yacimientos de los proyectos que hoy en día se desarrollan en Chile, y el aumento de producción de cobre estimada para el año 2031 dan a conocer un problema evidente que a futuro afectará de manera directa en la construcción, operación y cierre de relaves mineros.

En Chile, la minería se subdivide en 3 sectores principales; la gran minería, la mediana minería y la pequeña minería. Como se observa en la Tabla 1. la producción nacional de minerales metálicos la participación de cada sector es del 96,6%, 2,5% y 0,9% respectivamente [4].

Tabla 1. Porcentaje de participación en producción de la minería metálica por tamaño de empresa.

Tamaño	Cu [%]	Au [%]	Ag [%]
Grandes	96,6	85,7	94,7
Medianas	2,5	11,5	4,5
Pequeñas	0,9	2,8	0,8

La ley actual define como empresas de la gran minería a las que produzcan más de 75.000 toneladas métricas anuales, dentro del país, de cobre “blíster”, refinado a fuego o electrolítico, en cualquiera de sus formas [5]. Como se muestra en la Tabla 2. según tipo de propiedad se componen de un 28,2% por empresas estatales y un 71,8% por empresas privadas y es esta la encargada de producir cerca del 97% del cobre total en nuestro país y aportar con un 28,4% en la participación de producción mundial [4].

Tabla 2. Producción (tmf) y participación (%) de la minería del cobre, grandes empresas, según tipo de propiedad, año 2019.

Tipo de Propiedad	Productos	Producción [tmf]	Porcentaje participación
Total de producción grandes empresas		5.623.712	
Estatal	Total [tmf]	1.588.265	28,2
	Cátodos (EW y SX)	685.146	
	Refinado a Fuego	11	
	Blíster	62.364	
	Concentrados	840.744	
Privada	Total [tmf]	4.035.447	71,8
	Cátodos (EW y SX)	1.107.875	
	Concentrados	2.918.760	
	Minerales de concentración	8.812	

La mediana minería es una categoría de la minería chilena que se caracteriza por su aporte del 2,5% de la producción nacional de cobre, compuesta por alrededor de 27 compañías de cobre y

oro, principalmente distribuidas cercana a ciudades al interior de la cordillera de la costa y la depresión central de la zona norte y centro de Chile.

En la Tabla 3. Se presentan las diferentes instituciones que definen legalmente a la mediana minería. Definición en base a número de trabajadores y horas trabajadas por parte del SERNAGEOMIN, y en base a la producción por parte de ENAMI y la institución de Ingenieros de Minas de Chile.

Tabla 3. Definiciones legales de Mediana Minería.

INSTITUCIÓN		
SERNAGEOMIN Entre 200.000 horas y 1.000.000 de horas trabajadas (aproximadamente entre 80 y 400 trabajadores)	IIMCH Explotación entre 300 y 8.000 toneladas de mineral al día (menos de 50.000 toneladas de cobre fino por año aproximadamente)	ENAMI Es aquel sector de productores, actuales o potenciales, que en forma individual venden o benefician mensualmente más de 10.000 toneladas de minerales o su equivalente en productos mineros.

Esta categoría se caracteriza por estar compuesta por cerca de 30 compañías mineras que mantienen relaciones comerciales con ENAMI debido principalmente a la dificultad de exportar directamente sus productos, importantes generadores de empleo directo e indirecto, con dificultades para la obtención de créditos de largo plazo en el mercado financiero formal y muy sensibles a los ciclos de precios bajos del cobre, sin embargo durante periodos de precios normales del cobre, sus exportaciones son comparables a las exportaciones de las industrias de la celulosa, vitivinícola y forestal [6].

Finalmente, la pequeña minería que aporta poco menos del 1% de la producción nacional de cobre y cuya participación es fundamental al enfocar la explotación de recursos minerales menores, que generalmente son ignorados por parte de las empresas que componen la Gran Minería, aportando a la riqueza, calidad de vida y al desarrollo de pueblos y comunidades distantes de las capitales regionales. En la Tabla 4. Se puede observar las definiciones que establece la legislación como las distintas entidades vinculadas directa o indirectamente con el rubro minero en Chile, las cuales están determinadas en base a horas trabajadas, número de trabajadores y/o producción.

Tabla 4. Definiciones legales de la Pequeña Minería.

INSTITUCIÓN			
SERNAGEOMIN	Código de Minería	ENAMI	Ley Plan de Cierre 20.551
Menos a 200.000 horas/persona en un año (entre 12 y 80 trabajadores aproximadamente).	Menor a 12 trabajadores.	Son los productores que en forma individual venden o benefician mensualmente hasta 10.000 toneladas de minerales o su equivalente en productos mineros.	Permite acceder al Proceso Simplificado a proyectos hasta 10.000 t/mes.

Esta categoría se caracteriza por presentar diferentes dificultades que para la Mediana y Gran Minería no son mayores problemas. Principalmente, se ve muy afectada por la ciclicidad del precio del cobre, esto provocó durante el año 2015 la salida de una parte importante de pequeños productores, disminuyendo dicha cifra desde 1.087 a 905. En la actualidad, ENAMI a través de sus instrumentos de fomento y sustentación y el Estado Chileno mediante políticas públicas de apoyo fomentan el desarrollo y evitan así la salida de más participantes. Otra dificultad presentada por este sector es el alto costo y larga duración que conlleva la creación de una declaración o estudio de impacto ambiental para aprobación de permisos ambientales y las dificultades que conlleva que diferentes entidades e instituciones deban revisar y dirimir sobre un mismo tópico en específico. En particular, las plantas de flotación de mineral sulfurado debido a la legislación existente hoy en día se encuentran en constante tramitación tanto para la formación como ampliación de depósitos de relave.

El relave es un sólido finamente molido, producto de descarte durante operaciones mineras. El 99% de su composición es de minerales formadores de roca, mientras que el 1% restante es posible encontrar otro tipo de elementos con mayor valor comercial, como lo es el cobre, oro, plata, entre otros. Los contaminantes contenidos en es posible encontrarlos en partes por millón, en otras palabras, en concentraciones muy bajas.

3.2. Depósitos de Relaves

Chile es el tercer país con mayor número de depósitos de relave en el mundo solo superado por China y Estados Unidos. La **Tabla 5** presenta la información actualizada sobre el número y estado de los depósitos de relave a lo largo del país, investigación realizada en base al catastro de depósitos de relave realizado por parte del SERNAGEOMIN, en donde establece un total de 742 los depósitos de relave en Chile, de los cuales 104 corresponden a depósitos activos, 463 a inactivos, 173 a abandonados y 2 en construcción. De los 104 depósitos activos, 21 pertenecen a la Gran Minería, 35 a la Mediana Minería y 48 a la Pequeña Minería. En la actualidad existen diferentes formas de contener relaves mineros, éstos se categorizan en función a la cantidad de agua que lo acompaña, cercanía al concentrador y la forma de contención de relaves, entre otras. En la **Tabla 6** es posible observar las diferencias de los tipos de relave en cuanto de densidad de pulpa (% sólidos) y al volumen de agua por tonelada de relaves.

Tabla 5. Depósitos de relaves en Chile.

Depósitos de Relave	
Activos Gran Minería	21
Activos Mediana Minería	35
Activos Pequeña Minería	48
Inactivos	463
Abandonados	173
En Construcción	2
Gran Minería	606
Total	742

Tabla 6. Tipo de relave y sus características de densidad y volumen de agua.

Densidad de Pulpa [% sólidos]	Vol. De agua por tonelada de relaves [m ³ /ton]	Consistencia del Relave
30	2,3	Pulpa
65	0,5	Espesado
75	0,3	Pasta
80	0,2	Filtrado

3.2.1. Embalse de Relaves

Depósito donde el muro de contención está construido de material empréstimo compactado (tierras y rocas alledañas) y se encuentra impermeabilizado en el coronamiento y en su talud interno, similar a un embalse de agua. La impermeabilización puede estar realizada con un material natural de baja permeabilidad o de material sintético como geomembrana de alta densidad. También se llaman embalses de relaves aquellos depósitos ubicados en alguna depresión del terreno en que no se requiere construcción de muro de contención [7]. El hecho de utilizar material empréstimo implica mayores costos de inversión en la construcción del depósito en comparación, como ejemplo, a los costos de inversión en la construcción de un tranque de relaves.

Una diferencia significativa entre un embalse de relaves y uno destinado a la acumulación de agua, es que este último se construye de una vez con su capacidad definitiva, por otro lado, el embalse de relaves se ejecuta por etapas, a fin de no anticipar inversiones y reducir a un mínimo su valor presente.

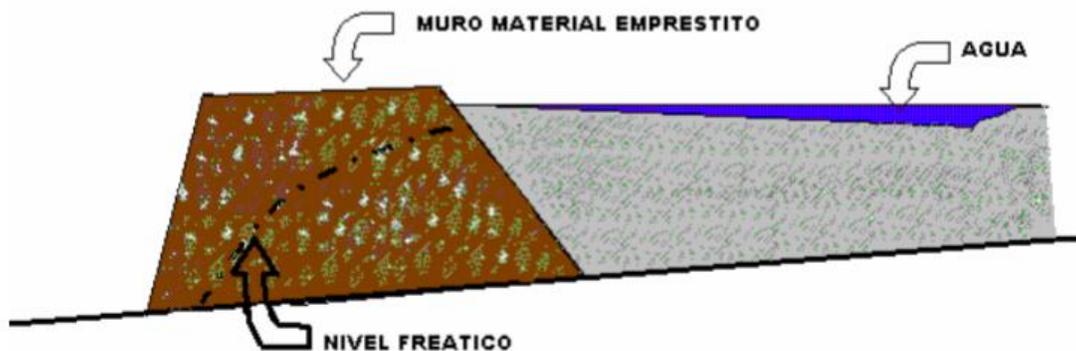


Figura 1: Embalse de relaves y su disposición. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

3.2.2. Depósito de Relave Espesado

Depósitos que no requiere de un dique o muro contenedor para su construcción, en el que la superficie es previamente sometida a un proceso de sedimentación en un equipo denominado Espesador, que favorece la sedimentación de los sólidos (de manera similar a la limpieza de agua de ríos para hacer agua potable), con el objetivo de retirar parte importante del agua contenida, la que puede ser reutilizada para reducir el consumo hídrico de fuentes de agua limpia. El depósito de relave espesado se construye de forma tal que impida que el relave fluya a otras áreas distintas a las del sitio autorizado, y contar con un sistema de piscinas de recuperación de agua remanente que pudiese fluir fuera del depósito [7]. Este procedimiento se basa en la mayor viscosidad que alcanza la pulpa de relave al aumentar la concentración de sólidos. La propuesta del ingeniero canadiense Eli I. Robinsky sugiere relacionar el ángulo de reposo con el contenido de sólidos de esta, en donde para concentraciones del orden de 53% en peso, la pendiente de reposo es del 2% y aumenta hasta llegar a 6% si la concentración alcanza 65% en peso.



Fig. 5a



Fig. 5b

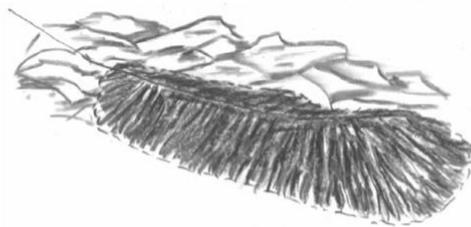


Fig. 5c

Figura 2: Disposición de Relaves Espesados - Método Robinsky. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

3.2.3. Depósito de Relave en Pasta

Corresponde a una mezcla de agua con sólido, que contiene abundantes partículas finas y bajo contenido de agua, de modo que la mezcla tenga una consistencia espesa, similar a una pulpa de alta densidad [7]. Las características de una pasta ideal de al menos un 15% de concentración en peso de partículas de tamaño menor a 20 micrones. La pasta presenta la particularidad de ser transportadas eficientemente mediante tuberías sin generar problemas de sedimentación o segregación ocurridas con mayor frecuencia en relaves tipo pulpa. La composición de una pasta varía encontrándose principalmente cuarzo, feldespato, arcillas, micas y sales. La consistencia alcanzada por la pasta le permite permanecer estable aun cuando esté varias horas sin moverse. En los depósitos de relaves en pasta se reducen significativamente lo siguiente:

- El volumen de materiales involucrados en la construcción de depósitos.
- Los riesgos de falla geomecánica asociados a los tranques convencionales.
- Los riesgos de generación de aguas ácidas y lixiviación de metales.
- El manejo del volumen de agua clara.
- Las pérdidas de agua por infiltración y evaporación.
- La superficie de suelo para disponer los relaves.
- La emisión de material particulado.



Figura 3: Depósito de relaves en pasta, Fuente: CABILDO (2013).

3.2.4. Depósito de Relave Filtrado

Es similar al espesado. Se trata de un depósito en que el material contiene aún menos agua, gracias al proceso de filtrado, para asegurar así una humedad menor a 20%. Esta filtración es también similar a la utilizada en Agua Potable [7]. La construcción de este tipo de depósito de relave es el más costoso, puesto que es necesaria la inversión en equipos de filtrado y/o secado aparte de la inversión del depósito en sí.



Figura 4: Depósito de relaves filtrado con equipo en movimiento, Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

3.2.5. Tranque de Relaves

Depósito en el cual el muro es construido por la fracción más gruesa del relave, compactado, proveniente de un hidrociclón (operación que separa sólidos gruesos de sólidos más finos, mediante impulsión por flujo de agua). La parte fina, denominada Lama, se deposita en la cubeta del depósito [7]. Su capacidad volumétrica es aproximadamente el doble en comparación con un embalse de relaves y posee menores costos de inversión por los materiales utilizados en la construcción del muro de contención. La construcción del muro tiene 3 maneras diferentes de desarrollo:

- Método Aguas Abajo: La construcción se inicia con un muro de partida de material de empréstito compactado, a partir del cual se inicia el levantamiento del muro con la arena del relave, donde la parte gruesa se vacía hacia el lado del talud de aguas abajo y la parte fina se deposita hacia el talud aguas arriba. Cuando el muro se ha peraltado lo suficiente (2-4 metros), se inicia la elevación del muro, desplazando a los hidrociclones a una mayor elevación en dirección aguas abajo, y así, comenzando una nueva etapa de descarga de relaves. Este método requiere disponer un gran volumen de material arenoso, pero permite lograr una mayor estabilidad sísmica.

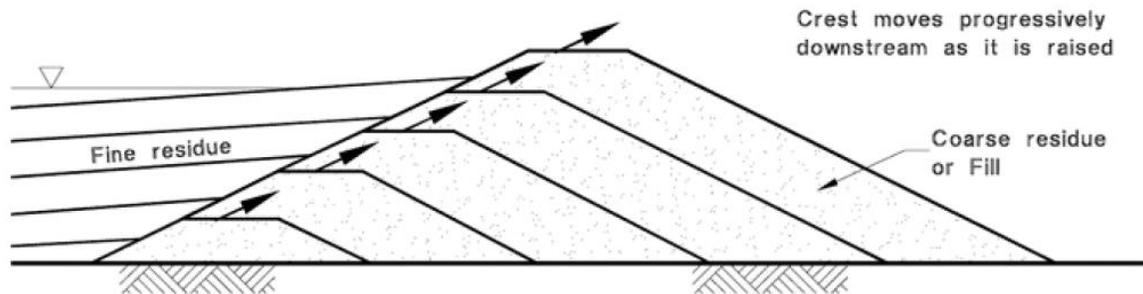


Figura 5: Esquema del método de construcción de depósitos de relaves usando el método de Aguas Abajo. Fuente: Western Australia. Department of Minerals and Energy (1998).

- Método Aguas Arriba: Consiste en un muro inicial construido con material de empréstito compactado sobre el cual se inicia el depósito de los relaves, utilizando clasificadores o hidrociclones; donde la fracción más gruesa se descarga por el flujo inferior del hidrociclón y se deposita junto al muro inicial, mientras que la fracción más fina, que sale por el flujo superior del hidrociclón se deposita hacia el centro del tranque en un punto más alejado, de tal modo que se va formando una especie de playa, formándose el pozo o laguna de sedimentación, la que una vez libre de partículas en suspensión es evacuada mediante un sistema de estructura de descarga. Una vez que el depósito se encuentre próximo a llenarse, se procede a levantar el muro, desplazando los hidrociclones a una mayor elevación en la dirección de aguas arriba y comenzando así, una nueva etapa de descarga de relaves. Si bien este método requiere un menor volumen de material arenoso, es el tipo de muro menos resistente frente a los sismos, por lo que en Chile su construcción está totalmente prohibida

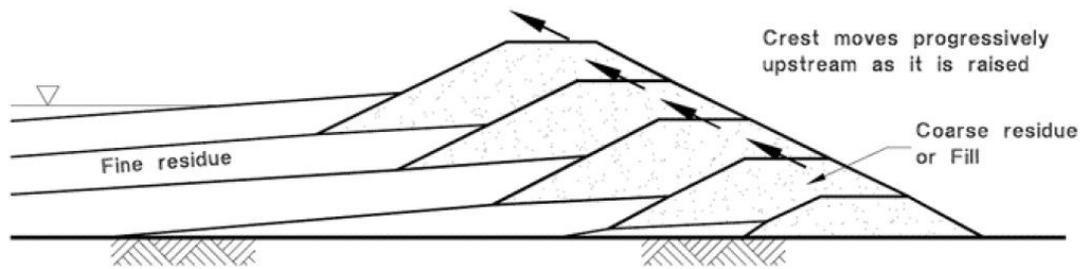


Figura 6: Esquema del método de construcción de depósitos de relaves usando el método de Aguas Arriba. Fuente: Western Australia. Department of Minerals and Energy (1998).

- Método Eje Central o Mixto: Se inicia con un muro de partida de material empréstito compactado, sobre el cual se deposita la parte gruesa hacia el lado de aguas abajo y la parte fina o lamas hacia el lado de aguas arriba. Una vez completado el vaciado de material, se eleva la línea de alimentación de la parte gruesa y fina, siguiendo el mismo plano vertical inicial de la berma de coronamiento del muro de partida. Lo que permite lograr un muro de arenas donde el eje se mantiene en el mismo plano vertical, el talud de aguas arriba relativamente vertical, y el talud aguas abajo puede tener la inclinación que se considere adecuada. Este método requiere disponer un volumen suficiente de arenas que permitan lograr muros estables sísmicamente

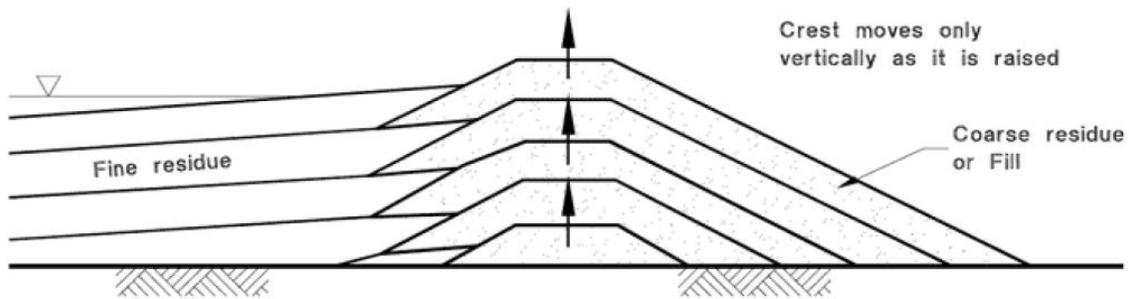


Figura 7: Esquema del método de construcción de depósitos de relaves usando el método de Eje Central. Fuente: Western Australia. Department of Minerals and Energy (1998).

4. Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental

A partir del año 1970 a través de reuniones, encuentros y conferencias sobre medio ambiente, despierta en la humanidad la preocupación de su entorno, es por esto que el año 1972 en la cumbre sobre medio ambiente realizada en Estocolmo, conferencia internacional convocada por la Organización de Naciones Unidas, se reconoce como una necesidad impostergable la de incluir la variable ambiental como un factor que garantizara el desarrollo, esto en función al agravamiento de los problemas ambientales tanto a nivel local, regional y nacional del planeta.

El mecanismo creado para la protección del medio ambiente es la evaluación ambiental, la que considera nuevas variables para el desarrollo de proyectos de inversión y que rige en función a las necesidades de los distintos países. La Evaluación del Impacto Ambiental surge además como una herramienta preventiva, buscando la forma de evitar o minimizar los efectos ambientales producto de cualquier actividad humana, sobre el medio natural y sobre las personas. Su origen legal se remonta al 1 de enero de 1970, cuando los Estados Unidos promulga la “Ley Nacional sobre Política Medioambiental” (National Environmental Policy Act – NEPA). La NEPA en su Título I presenta una declaración de la política ambiental de esa nación y en su Título II crea el Concejo de Calidad Ambiental (Council of Environmental Quality – CEQ) quien tiene como misión principal entregar las directrices mediante las cuales se ejecutan las leyes ambientales y realizar la coordinación general de todo el proceso EIA. A su vez, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency – EPA) se creó en diciembre de 1970 como una institución reglamentaria del medio ambiente. No es el organismo administrativo máximo de los estudios de impacto ambiental, aunque funciona como el almacén central de los mismos. La EPA revisa los estudios de impacto ambiental que otros elaboran, especialmente con relación a la contaminación del agua, del aire, la gestión de residuos sólidos, el ruido, la radiación y los pesticidas. La NEPA ha tenido un profundo impacto en la planificación y evaluación de proyectos no sólo en los Estados Unidos sino también en unos 80 países de todo el mundo. Es así como en 1973, Israel elaboró a través de su agencia ambiental un procedimiento de evaluación de impactos ambientales humanos en distintos puntos de su geografía, con especial preocupación por el recurso hídrico. En los años siguientes otros países también idearon evaluaciones propias de impacto ambiental (basadas en NEPA) y en 1976 ya contaban con esta herramienta Australia, Canadá, Francia, Irlanda y Nueva Zelanda. Sin embargo, la mayor expansión de este método preventivo fue a partir de 1985, cuando la Unión Europea (entonces Comunidad Europea) la adoptó como un requisito para todos los países miembros [8]. En América Latina, la institucionalización de la EIA respondió en gran parte a satisfacer los requerimientos exigidos para conceder créditos por parte de organismos financieros internacionales como Banco Interamericano de Desarrollo o el Banco Mundial.

Luego de esto comienza a fortalecerse el concepto de desarrollo sustentable con eje principal el progreso de una sociedad y su desarrollo, relacionadas directamente con la preocupación por la conservación de los recursos naturales y su entorno, en donde el medio ambiente es parte integral de la economía. En la actualidad el concepto de desarrollo sustentable es capaz de satisfacer la necesidad de los países en crecimiento mediante una metodología técnicamente apropiada, socialmente aceptable y económicamente viable.

En resumen, la principal función que cumple la evaluación de impacto ambiental es la de analizar y ser capaz de anticipar tanto impactos negativos como positivos de las diferentes actividades susceptibles a entrar al proceso de evaluación, dando la capacidad de generar alternativas e idear mecanismos de control tanto preventivos como de mitigación, de los efectos adversos o no deseados y potenciar aquellos beneficiosos para las partes interesadas.

4.1. Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en Países Mineros

Diferentes potencias a nivel mundial utilizan evaluaciones de impacto ambiental tanto para el desarrollo de proyectos mineros, como para las diferentes actividades susceptibles a generar impacto ambiental. Sin embargo, el tipo de legislación y la cantidad de instituciones involucradas varían en cada una de estas. A continuación, se define el concepto de burocracia y se realiza una revisión de los aspectos normativos relativos a la regulación de depósitos de relaves mineros en el mundo y el sistema de evaluación ambiental en cada país.

La burocracia que rigen los procesos de evaluación de impacto ambiental se caracteriza por ser un sistema de organización centralizado o descentralizado, mediante la división de responsabilidades, la especialización, la jerarquía y las relaciones impersonales. El sistema burocrático se caracteriza por presentar un organigrama definido, división del trabajo, una jerarquía de autoridad, estandarización de procedimientos o rutinas y tareas diarias, las normas están recogidas de antemano, entre otros. Las ventajas que presenta este sistema es la clara definición de cargos y tareas, responsabilidades bien delimitadas evitando así, conflictos entre las personas que integran la organización, el desarrollo del proceso se desarrolla de manera clara en función a las normas (Previsibilidad), entre las más características. Por otro lado, entre los inconvenientes suscitados debido al uso de este sistema de organización se encuentra la rigidez en la toma de decisiones (toma de decisiones en función al reglamento), lentitud de los procesos, debido a la poca flexibilidad de estos y finalmente que el poder de decisión lo tiene quien se ostente el mayor rango y no quien se encuentre más capacitado o cualificado.

Dentro del estudio comparativo es necesario tener en consideración las diferentes características tanto burocráticas, geográficas, administrativas y en cuanto a la disponibilidad de recursos, que repercuten en la forma en que cada país aborda las problemáticas de manera específica, como por ejemplo los países de Chile, Perú, Bolivia y Sudáfrica presentan un Estado único y soberano, esto implica que las leyes se aplican de igual manera para todo el territorio, por otro lado países como Brasil, Argentina, Estados Unidos, un Estado federado, caracterizados por estar compuesto por varios estados, en donde las leyes varían en función a las necesidades y a su ordenamiento. Aquellos países que presentan un estado federado, en su mayoría no presentan una única entidad fiscalizadora, los cuales dependiendo del estado y su jurisdicción, existen distintos organismos encargados de asumir el rol de autoridad competente en función del caso.

Una de las principales diferencias que presentan los países de estudio es la regulación específica para depósitos de relaves mediante el uso de reglamentos o leyes específicas, mientras que por otro lado, cada país aplica de manera accesoria normas y leyes de diferentes cuerpos normativos,

que dependiendo del caso, se aplican normas medioambientales, códigos sanitarios, normas de aguas o reservas acuíferas, leyes indígenas, entre otros.

En particular, cabe destacar el reglamento específico que posee Chile y México en cuanto a la regulación de las distintas fases de diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves, lo que permite establecer de mejor manera la interpretación judicial para cada proyecto. Esta distinción establece mayor claridad en la determinación de los cuerpos legales aplicables en materias de relaves mineros.

4.1.1. Chile

Para el desarrollo de depósitos de relave en Chile, es necesaria una evaluación de impacto ambiental y la solicitud de permisos sectoriales, las cuales son todas las autorizaciones legales requeridas para la construcción, manejo de desechos y cumplimiento de las normas sanitarias, excavaciones arqueológicas, problemas o cambios en la fauna, tratamiento del agua, tala y explotación de bosques nativos, entre otros.

Los criterios que determinan la realización de una Declaración de Impacto Ambiental, proceso más expedito que puede ser aplicado a proyectos cuyas actividades están suficientemente reguladas por normas, o un Estudio de Impacto Ambiental, que es un documento de mayor complejidad, aplicable principalmente a grandes proyectos de inversión, que es susceptible a generar impacto ambiental y en donde no existe completa regularización con respecto a los efectos potenciales de la actividad, la entidad encargada de la revisión de estos proyectos es el Servicio de Evaluación Ambiental [9].

Respecto de la aprobación y construcción de depósitos de relaves se tiene que, de acuerdo con el artículo 14, inciso 1° del DS 248, el usuario (titular) deberá presentar al Servicio (SERNAGEOMIN), una solicitud de aprobación del proyecto de depósito de relaves, cumpliendo con una serie de requisitos técnicos establecidos en los distintos numerales de este mismo artículo. El Departamento de Depósitos de Relaves, el Departamento de Gestión Ambiental y Cierre de Faenas y el Departamento de Seguridad Minera y Fiscalización son los departamentos encargados específicamente de esta materia [10]. Luego, en el artículo 15 se menciona que antes de una autorización por parte del SERNAGEOMIN, es necesaria la aprobación ambiental, que según la normativa establecida en el DS N°95, que reglamenta la Ley 19.300 de Bases Generales del Medioambiente, desde su artículo 65 en adelante, aprobación ambiental que corresponde a la autoridad sectorial competente, siendo el SEREMI de la región en la mayoría de los casos [11]. Por otro lado, el Ministerio del Medioambiente u otros organismos medioambientales son capaces de igual forma de intervenir en caso de que se incumplan los requisitos. Mas adelante en el artículo 67, en su inciso 2° se establecen los organismos del Estado competentes con la capacidad de intervenir durante el proceso de aprobación, como lo son el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Ministerio de Salud, entre otros. Sin embargo, los permisos no podrán agregar nada en materia medioambiental, y solo deben limitarse al ámbito de su especialidad.

Por otro lado, dentro del DS N°50, establece a la Dirección General de Aguas como encargado de la aprobación de los proyectos de embalses de relaves, quien debe esperar la aprobación por parte del SERNAGEOMIN antes de dar una respuesta [12].

El Reglamento del SEIA, regula en su Párrafo 3° los Permisos Ambientales Sectoriales Mixtos, comprendiendo los Permiso para la construcción y operación de depósitos de relaves (PAS 135), Permiso para establecer un botadero de estériles o acumulación de mineral (PAS 136) y Permiso para la aprobación del plan de cierre de una faena minera (PAS 137), cuyos otorgamientos se les encomienda al SERNAGEOMIN [13].

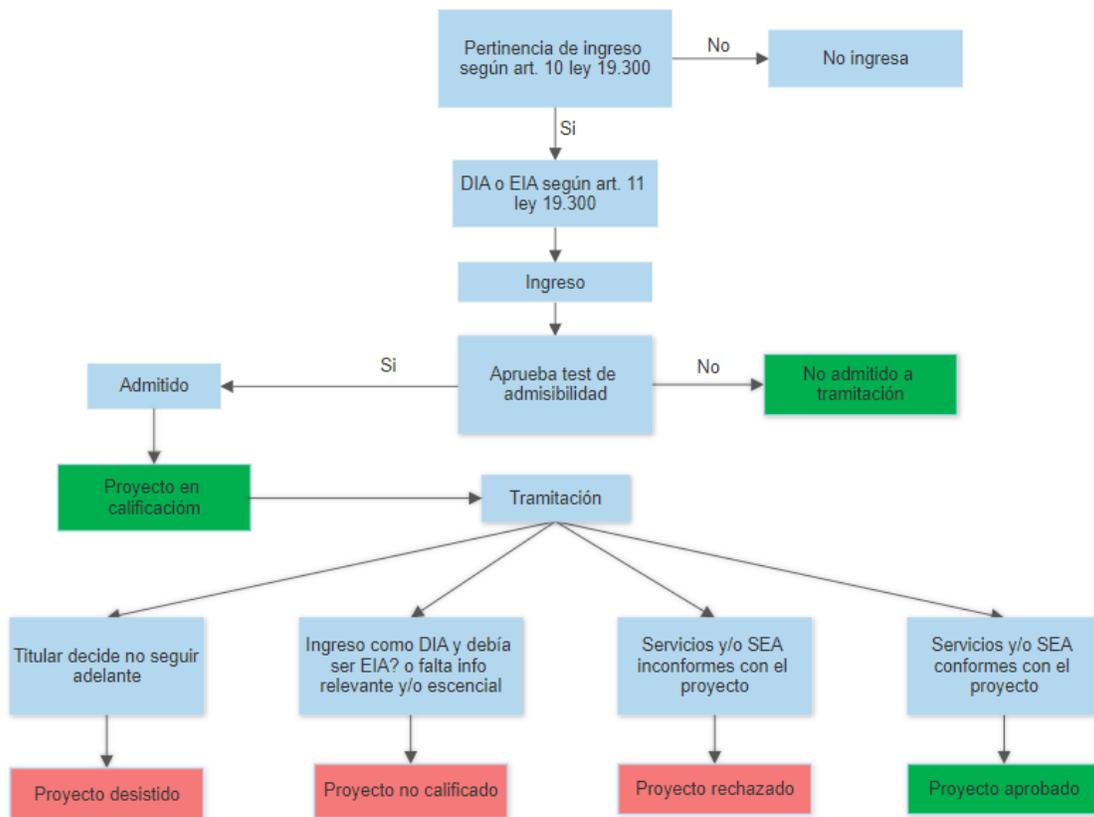


Figura 8: Diagrama del proceso de evaluación ambiental, Fuente: Cochilco (2017).

4.1.2. Perú

La Ley General del Ambiente Ley-Pe 28.611, la Ley N°27.446 del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su reglamento son las normas encargadas de regular el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), sistema capaz de identificar, prevenir, supervisar, controlar y corregir los impactos ambientales negativos de manera anticipada derivados de las acciones humanas consecuencia de proyectos de inversión, esto mediante la aprobación de instrumentos de gestión ambiental [14].

En este país dependiendo del impacto el titular del proyecto es el responsable de presentar una Declaración de Impacto Ambiental, en donde se encuentran aquellos proyectos cuyo desarrollo no implica en impacto ambiental negativo significativo, por otro lado, cuando el desarrollo de un proyecto puede generar impactos ambientales negativos moderados y en donde exista la capacidad de eliminar o minimizar los efectos negativos originados mediante el uso de medidas fácilmente aplicables.

En este caso la autoridad competente para la autorización queda en manos del Ministerio de Energía y Minas, que través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros están encargados de aprobar los Planes de Cierre de Minas y sus respectivas modificaciones, el cual también es capaz de solicitar la opinión de otros organismos del estado.

Por otro lado, la Dirección General de Minería, es la autoridad competente para evaluar los aspectos financieros y económicos del Plan de Cierre de Minas y fiscalizar el cumplimiento del reglamento y su Ley, como la facultad de aplicar sanciones en caso de incumplimientos por parte del titular. Finalmente cabe señalar que autoridades como el Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado, la Autoridad Nacional del Agua y otros, son capaces de ingresar como evaluadores dentro del SEA en función a la complejidad y al tamaño del proyecto estudiado [15].

La Figura 9 representa el proceso que llevan a cabo los proyectos en general en este país para su desarrollo, en donde es posible observar de manera clara las partes en que participa el proponente o la autoridad competente durante la evaluación.

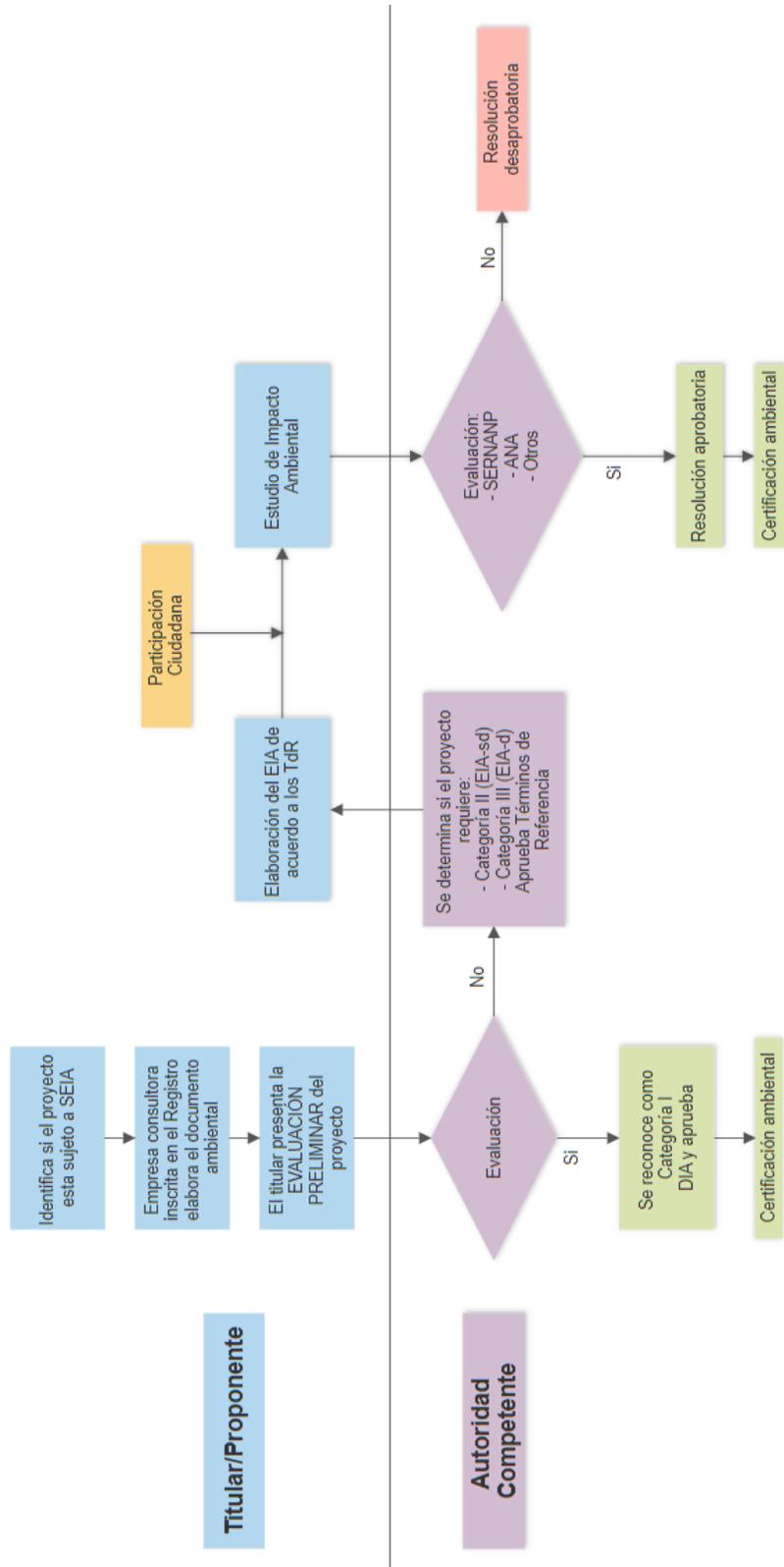


Figura 9: Diagrama del proceso de evaluación ambiental, Autor: Amalia Cuba (2012).

4.1.3. Estados Unidos

La National Environmental Policy Act (NEPA) entidad pionera en establecer un proceso de evaluación de impacto ambiental, establece la obligación de realizar un Environmental Impact Statements (EIS) para autorizar proyectos que sean susceptibles a generar un impacto significativo al medio ambiente en territorios federales. Las agencias federales competentes son las encargadas de elaborar los estudios, posterior a la presentación del plan de operaciones detallado por parte del titular o interesado en realizar la actividad minera, obteniendo así información en detalle y de mayor relevancia sobre esos proyectos y sus efectos en el medio ambiente [16].

No existe una agencia exclusiva a nivel nacional que se encargue de la autorización para la construcción de depósitos de relaves específicamente, sin embargo, cualquier proyecto minero que sea susceptible a generar impacto ambiental debe presentar un plan de operaciones, es por esto por lo que antes de comenzar operaciones es requerimiento la aprobación por parte de Bureau of Land Management (BLM) o de US Forest Service (USFS) [17].

A su vez, cada estado cuenta con una jurisdicción específica, dependiendo de la ubicación del proyecto, de acuerdo con la ley NEPA las agencias federales competentes deben realizar una revisión íntegra de las consecuencias ambientales antes de aprobar un proyecto. A continuación en la Figura 10, se muestra el proceso general que lleva a cabo un proyecto de cualquier categoría al ser sometido al proceso NEPA. El proceso NEPA se caracteriza por integrar los conceptos de screening y scoping previos a la evaluación de impacto ambiental.

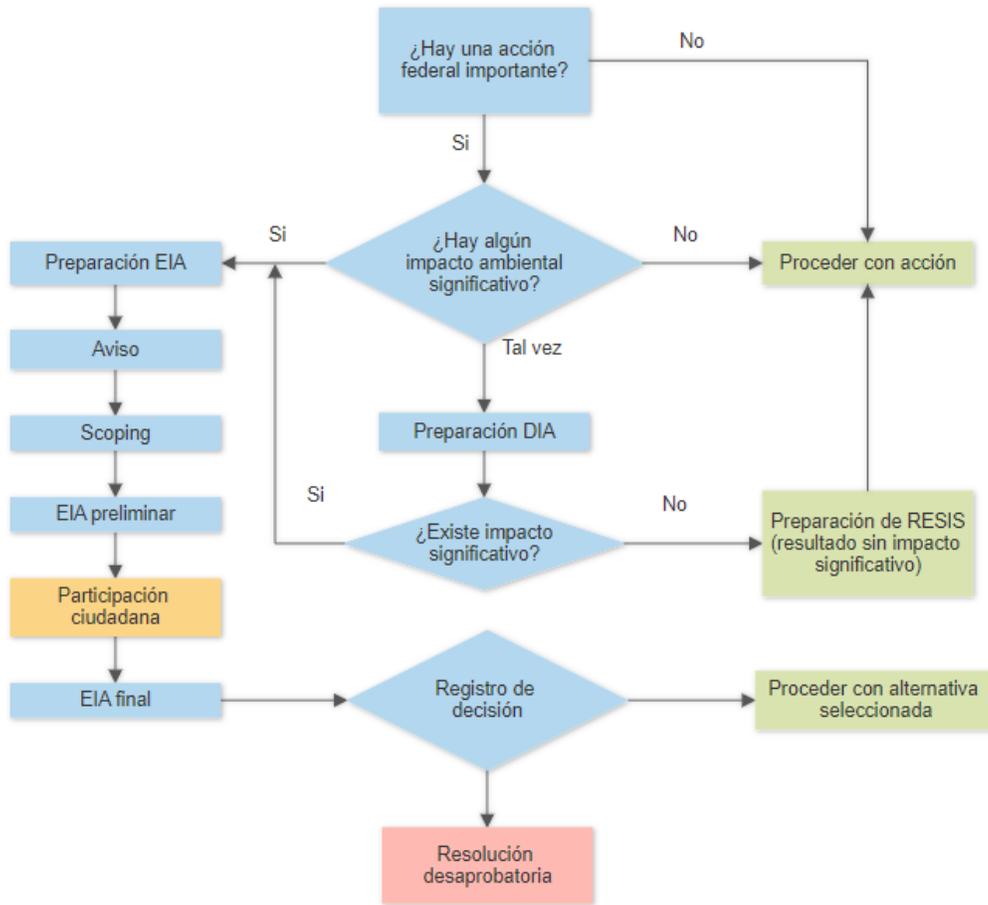


Figura 10: Diagrama de flujo lógico del proceso NEPA. Autor: Robert Davis (1996).

4.1.4. Australia

Para el desarrollo de instalaciones de almacenamiento de relaves es necesaria una evaluación exhaustiva para identificar y cuantificar en caso de ser correspondido, los riesgos a ser gestionados durante el proceso de planificación y diseño del proyecto para posteriormente evaluar los riesgos durante las fases de construcción, operación y cierre. Dentro de la legislación se establecen categorías de riesgo en función al impacto producido debido a una posible falla de una presa. Dependiendo del nivel de severidad potencia de daño o pérdida, las categorías varían entre “muy baja” a “alta A”. Cada categoría designada tiene contiene información para determinar los criterios de diseño, los requisitos de gestión y supervisión de la construcción y los requisitos y frecuencias de gestión de riesgos, inspecciones e informes, respectivamente [18].

Los informes y el detalle sobre diseño, construcción, altura de muro y clasificación de riesgos son recibidos por el Departamento de Minas y Petróleo de Australia, los cuales derivan en las diferentes categorías establecidas en el código de prácticas del Departamento de Minas y Petróleo de Australia el año 2013. La autorización de construcción y operación del depósito de relaves se determina a partir de los informes entregados, cumpliendo con los requisitos establecidos [19].

Por otro lado, la Agencia de Protección Ambiental es capaz de rechazar un proyecto en caso de no cumplir con las exigencias de control de descarga de aguas o control de la contaminación [20].

Finalmente, se muestra un diagrama de flujo de la etapa de remisión y la evaluación (aprobar o no aprobar el proyecto) bajo la ley de Protección de Medio Ambiente y Conservación de la Biodiversidad de 1999, establecida en Australia. Este proceso se caracteriza en Australia por integrar el concepto de scoping previo a la evaluación de impacto ambiental.

Proceso de evaluación ambiental de la Ley EPBC: remisión

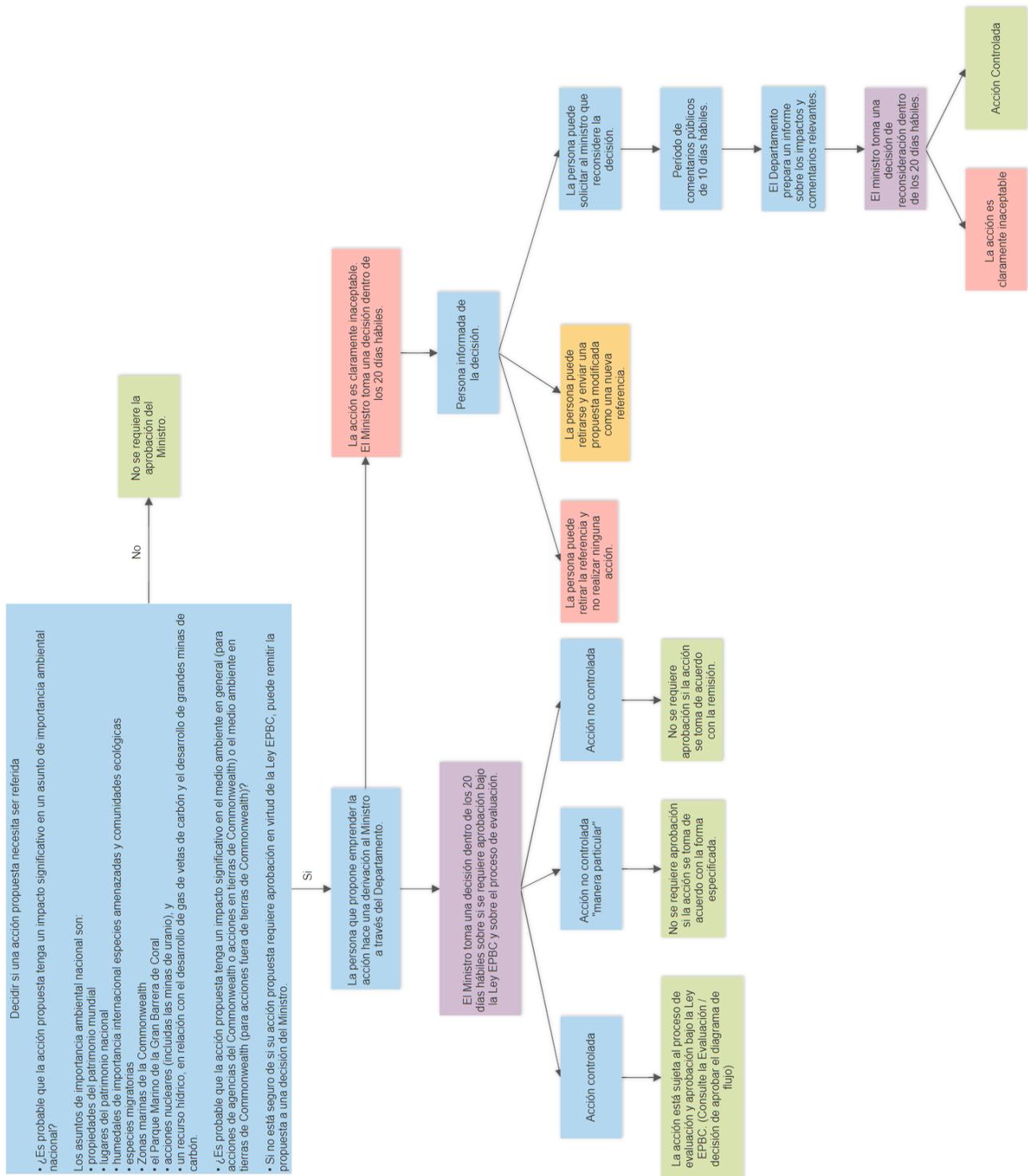


Figura 11: Proceso de evaluación ambiental de la Ley EPBC: Remisión, Fuente: Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2010).

Proceso de evaluación ambiental de la Ley EPBC: evaluación / decisión de aprobar

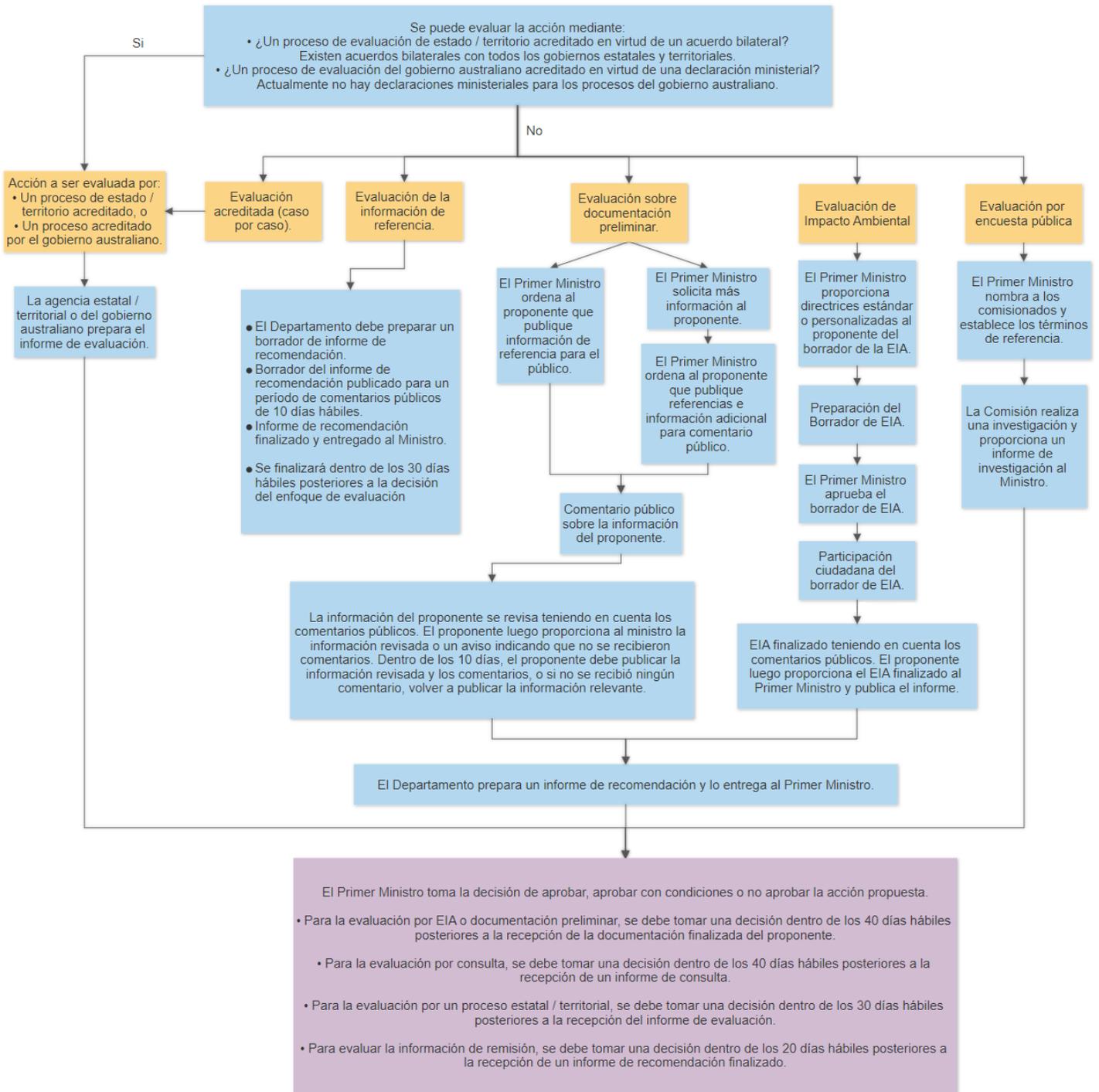


Figura 12: Proceso de evaluación ambiental de la Ley EPBC: evaluación / decisión de aprobar. Fuente: Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2010).

4.1.5. Canadá

La ley canadiense sobre Evaluación Ambiental tiene por objetivo establecer los lineamientos básicos para resguardar el medio ambiente en contra de los efectos causados por las actividades humanas, esta fue promulgada por el Parlamento el 29 de junio del 2012 y entro en vigor el 6 de julio del mismo año. Entre otros fines este sistema promueve la cooperación y comunicación con los pueblos indígenas con respecto a las evaluaciones ambientales.

El sistema de evaluación ambiental es exigido por los gobiernos provinciales y se aplica principalmente a grandes proyectos. Este proceso cambia en función a cada provincia dentro del país, pudiendo ser una autoridad quien realiza las evaluaciones o en otros casos mediante el levantamiento de audiencias públicas [21]. En algunas jurisdicciones existe la posibilidad de requerir de otros permisos ambientales o autorizaciones por parte de los gobiernos provinciales o territoriales. En Columbia Británica, una de las trece entidades federales de Canadá, se exige a toda nueva operación minera una evaluación ambiental para aquellas en donde su producción anual superen las 75.000 toneladas.

Por otro lado, el gobierno federal es capaz de realizar una evaluación ambiental si el proyecto presentado es de un determinado tipo o tamaño. Para evitar evaluaciones redundantes, en ciertos casos la legislación federal le otorga al Ministro de Medio Ambiente y cambio Climático el poder de dar respuesta a la solicitud de desarrollo de un proyecto basándose en un proceso de evaluación provincial [22] [23].

Los proyectos mineros por desarrollarse en este país están obligados a cumplir con la legislación ambiental federal y provincial. la legislación provincial establecerá los requisitos para el almacenamiento de relaves y otros productos de desecho. Para el caso de la ciudad de Columbia Británica, luego de la catástrofe producida tras la rotura de la presa de relaves de la mina a cielo abierto de cobre y oro de la empresa Imperials Metal Corporation, se actualiza el Código de Salud, Seguridad y Reclamación para Minas, estableciendo la instauración de un sistema de administración de relaves con auditorías periódicas [24].

El Gobierno de Canadá es responsable a nivel federal de dictaminar decisiones regulatorias específicas para el manejo de relaves si estos involucran relaves de uranio, aguas navegables, aguas con peces y pesquerías, asuntos ambientales de interés internacional e interprovincial o tierras federales. La ley Canadiense de Protección Ambiental otorga al Ministro de Medio Ambiente y Cambio Climático la labor de establecer y publicar un inventario nacional de emisiones de contaminantes, las cuales incluyen aquel material transportado a las áreas de disposición de relaves o de almacenamiento de estéril.

En la Figura 13 se muestra el diagrama de flujo general del proceso de EIA establecido en este país, por el cual deben pasar todos los proyectos propuestos. Cabe señalar que existe dos procesos previos a la EIA (screening y scoping) que se aplican a los proyectos para establecer de mejor manera la susceptibilidad del proyecto a generar impacto ambiental.

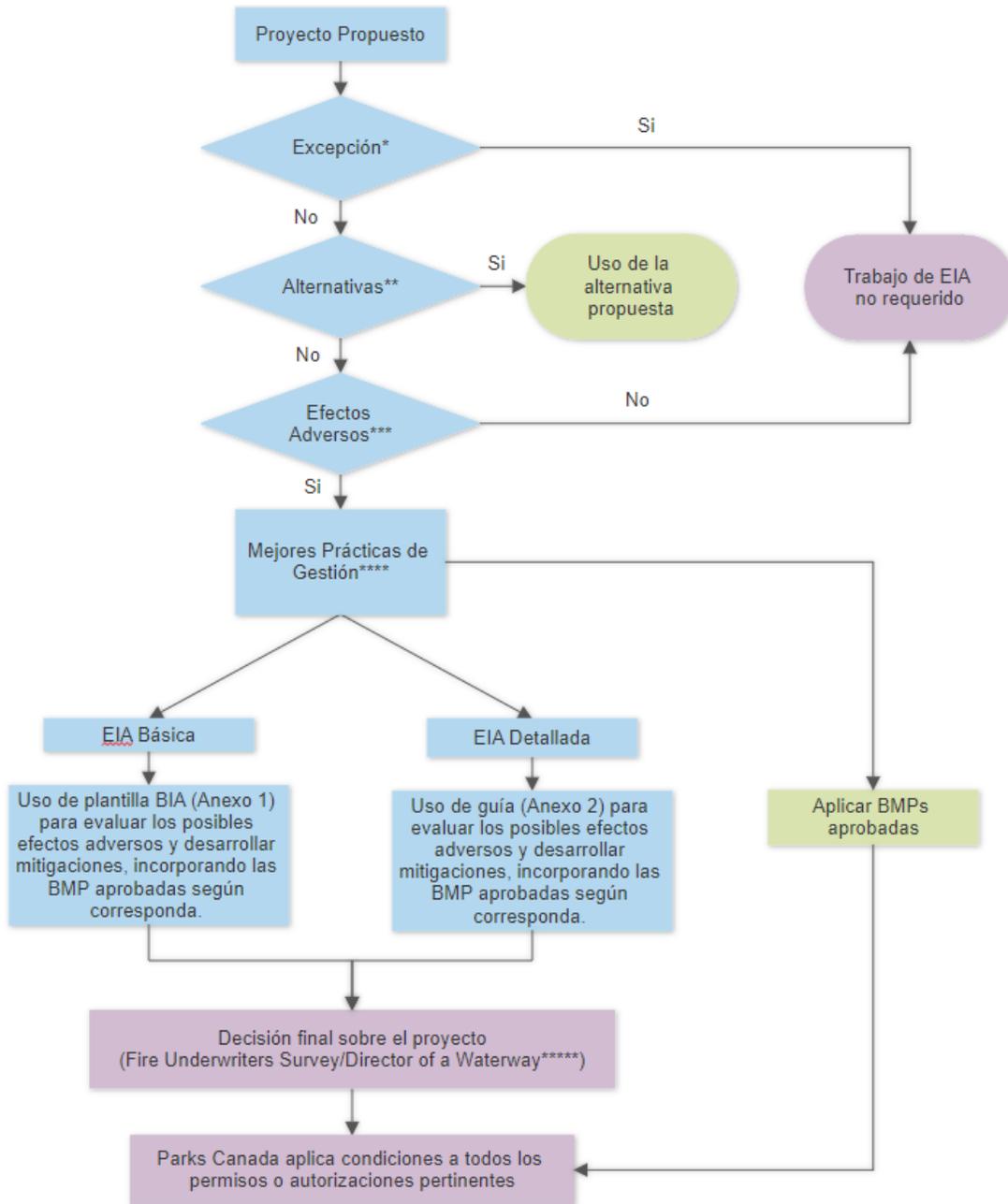


Figura 13: Diagrama del proceso de evaluación ambiental canadiense, Fuente: Gobierno de Canadá (2015).

*Excepción: El proyecto propuesto se está llevando a cabo en relación con una situación definida en CEAA 2012, S. 70 (una emergencia), o se evaluó previamente con suficiente detalle.

**Alternativas: Existe un proceso alternativo aprobado aplicable al proyecto.

***Efectos Adversos: Existen efectos adversos potenciales para los recursos naturales y culturales, o los efectos potenciales requieren una mayor investigación.

****Mejores prácticas de gestión: Existe la gestión de mejores prácticas (BMP) aprobadas por Parks Canada que abordan todos los posibles efectos adversos.

*****Los proyectos de carreteras y vías navegables identificados en el Programa de Inversiones de Parks Canada pueden requerir la aprobación conjunta con el Vicepresidente Asociado de Gestión de Activos y Entrega de Proyectos; sin embargo, el FUS / Director of a Waterway es responsable de emitir permisos y autorizaciones para esos proyectos.

4.1.6. México

La protección de ecosistemas y recursos naturales del país es el principal tema que protege la Evaluación de Impacto Ambiental en México, en donde para las etapas iniciales de prospección y exploración, es requerido de un “Informe Preventivo” en el cual se justifique de manera clara que las actividades realizadas cumplen con la norma N° 120-SEMARNAT, en donde se entregan las especificaciones para la protección del medio ambiente durante el desarrollo de la actividad minera. En la etapa de operación son requisitos para la aprobación del proyecto, una solicitud de autorización de cambio de uso en tierras forestales y la presentación de una Declaración de Impacto Ambiental, que puede ser reemplazada por la presentación del “Documento Técnico Unificado”, documento que contiene información para la evaluación de los riesgos asociados a la actividad. La legislación mexicana considera a la etapa de operación y extracción como actividades de alto riesgo, por consecuencia, es requisito para todos los proyectos mineros presentar un “Plan de Gestión de Desechos Peligrosos” y un “programa para la Prevención de Accidentes” [25].

La formación de depósitos o tranques de relaves pueden efectuarse en el lugar donde se generen, conforme a la información obtenida de la caracterización del sitio, aplicando los criterios de protección ambiental especificados en la Norma Oficial Mexicana para cada etapa. En caso tener que ubicar un depósito de relaves en áreas naturales protegidas, la autorización estará sujeta a la evaluación de impacto ambiental, así como a lo dispuesto en el “Decreto del Área Natural Protegida” y el “Programa de Manejo” respectivo. Si existen sectores y monumentos que por sus características son consideradas como patrimonio histórico o cultural, es obligación por parte del titular cumplir con lo establecido en las leyes aplicables.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que SEMARNAT podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización [26].

A continuación, se muestra el diagrama general de la secuencia que sigue el proceso de evaluación de impacto ambiental para cualquier proyecto que se desarrolle en este país, establecida el año 1995.

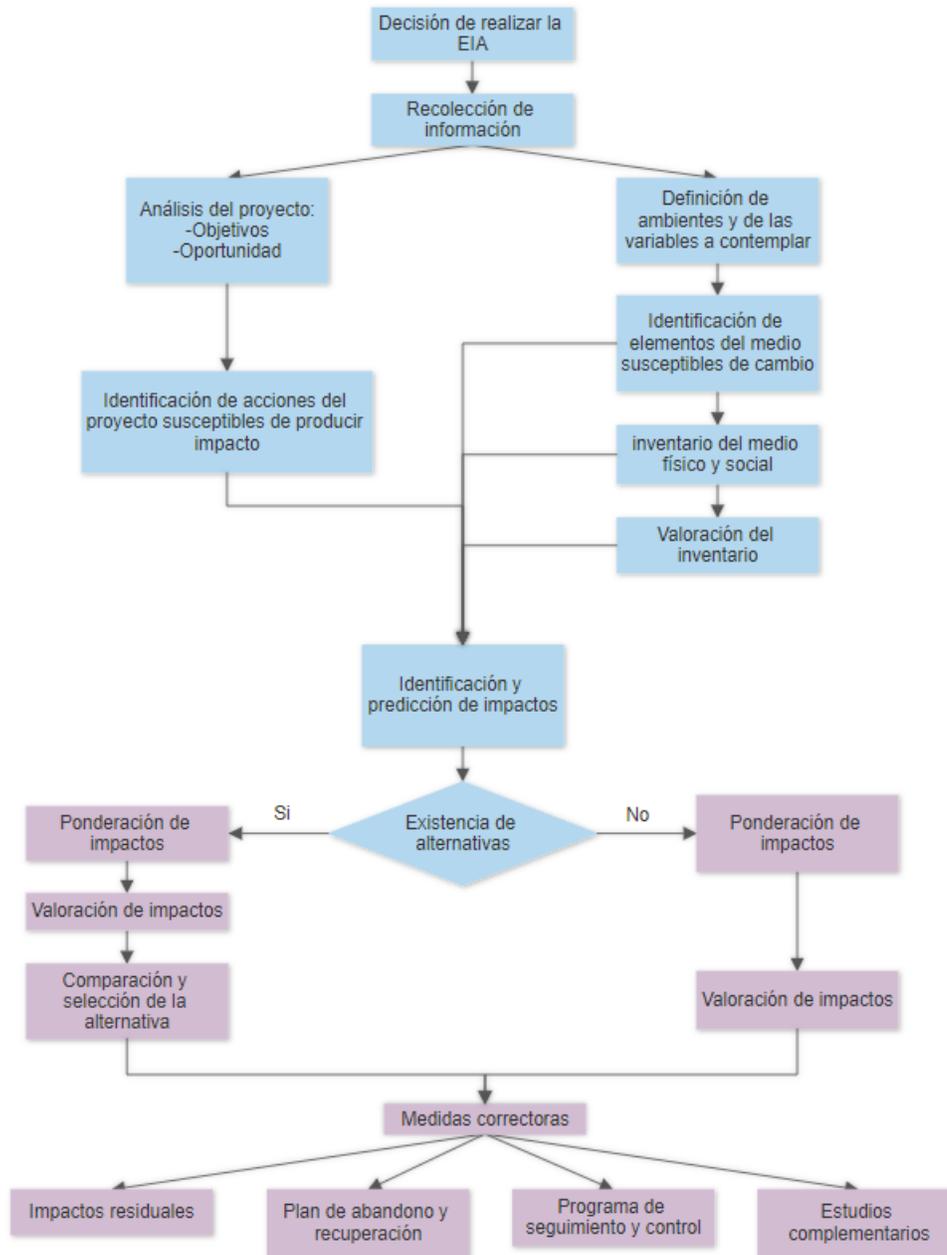


Figura 14: Secuencia del proceso de EIA. Fuente: Adaptado de MOPU (1995a) México (2000).

4.1.7. Reino Unido

En Reino Unido todas las minas y canteras, incluidos los depósitos de escombros, residuos y relaves, se consideran parte integrante de la tierra [27][28]. Por lo tanto, el dueño de una superficie terrestre generalmente tiene derecho a todo lo que está debajo o dentro de ella, hasta el centro de la tierra. En consecuencia, todas las minas que desarrollen actividades susceptibles a generar impacto ambiental están obligadas a requerir de un permiso de planificación a través de controles ambientales operativos, juntos con diferentes permisos ambientales entre los que destaca aquel que trata el almacenamiento de residuos mineros. El Reglamento de Permisos Ambientales (EPR) es implementado en Inglaterra y Gales a través de la Directiva 2006/21/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas [29]. Este reglamento cubre otros aspectos operacionales mineros además de los residuos mineros, como lo son las emisiones al aire, descargas al agua, canteras y los procesos de trituración de minerales [30].

El 16 de mayo de 2017 entra en vigor la norma No. 571 del “The Town and Country Planning (Environmental Impact Assessment) Regulations”, esta establece a la industria extractiva pertenece al “Programa 2”, lo que implica que la evaluación de impacto ambiental debe efectuarse en función a los criterios establecidos por la norma No. 571, en el caso en que sea posible que el desarrollo de esta actividad genere un impacto significativo sobre el medio ambiente en virtud de su naturaleza, ubicación o tamaño. En la **Figura 15** es posible observar un diagrama básico del proceso de evaluación ambiental que lleva a cabo un proyecto en Reino Unido.

El proceso de evaluación de impacto ambiental sigue los siguientes procesos:

1. Alcance del proyecto y/o términos de referencia preparados
2. Proyecto de evaluación de impacto ambiental:
 - a. Estudios de Factibilidad
 - b. Estudios de Bases
 - c. Estudios de Impactos
3. Evaluación final de impacto ambiental
4. Decisión y/o autorización ambiental.

En caso de ser aprobado el proyecto:

5. Etapa de Revisión administrativa y/o judicial
6. Implementación
7. Monitoreo

En función de donde se emplace el proyecto de depósito de relaves, distintas serán las entidades competentes o “Relevant Mineral Planning Authority” encargadas de dar respuesta a la evaluación [31][32]:

- i Environmental Agency (EA)
- ii Health & Safety Executive (HSE)

- a. Coal Authority (CA)
- b. Her Majesty's Inspector of Mines (HMIM)
- iii Autoridades Locales.

En la Figura 15, se presenta el diagrama del proceso de evaluación ambiental básico regido en Reino Unido, el cual se caracteriza por presentar los procesos previos a la evaluación de impacto ambiental, screening y scoping.

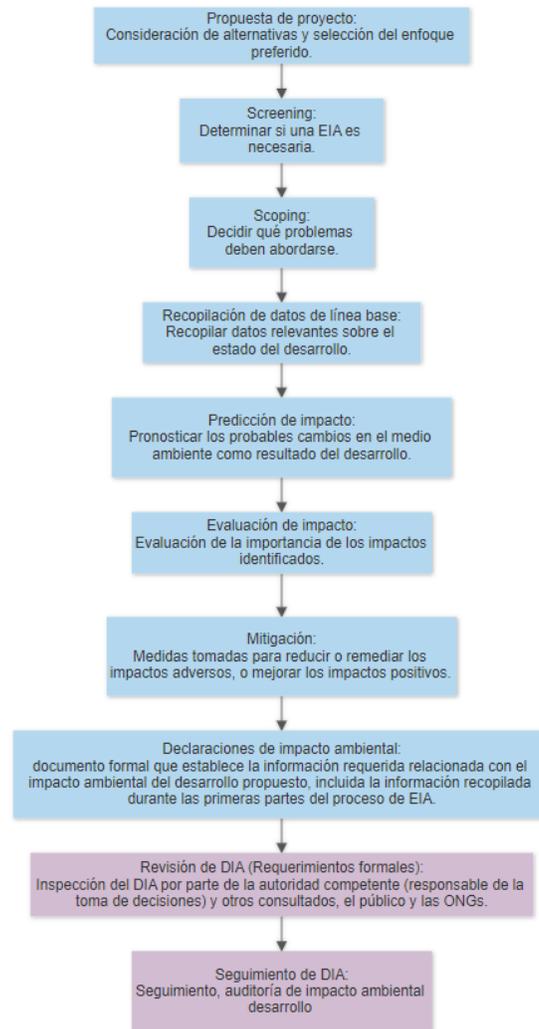


Figura 15: Diagrama del proceso de evaluación ambiental básico en Reino Unido, Fuente: Universidad de Londres (2005).

4.1.8. Sudáfrica

Para los proyectos que se encuentren relacionados con actividades mineras en este país, será necesaria de una evaluación ambiental, si la actividad considera la prospección del proyecto, esta consistirá en una evaluación ambiental básica. Por otro lado, si las actividades a considerar son la de exploración, extracción o producción de algún mineral o metal, será requerirá una evaluación ambiental completa para la obtención del permiso minero [33].

Las autoridades competentes que tiene la atribución de aprobar proyectos son el Departamento de Recursos Minerales (DRM), el Departamento de Asuntos Ambientales (DEA) y el Departamento de Recursos Hídricos y Silvicultura (SWAF) [34]. La Figura 16 muestra el diagrama de flujo del proceso de evaluación de impacto ambiental desarrollado por los proyectos, el cual se caracteriza por presentar previa a la evaluación, un proceso de scoping en donde la participación ciudadana forma parte fundamental del proceso.

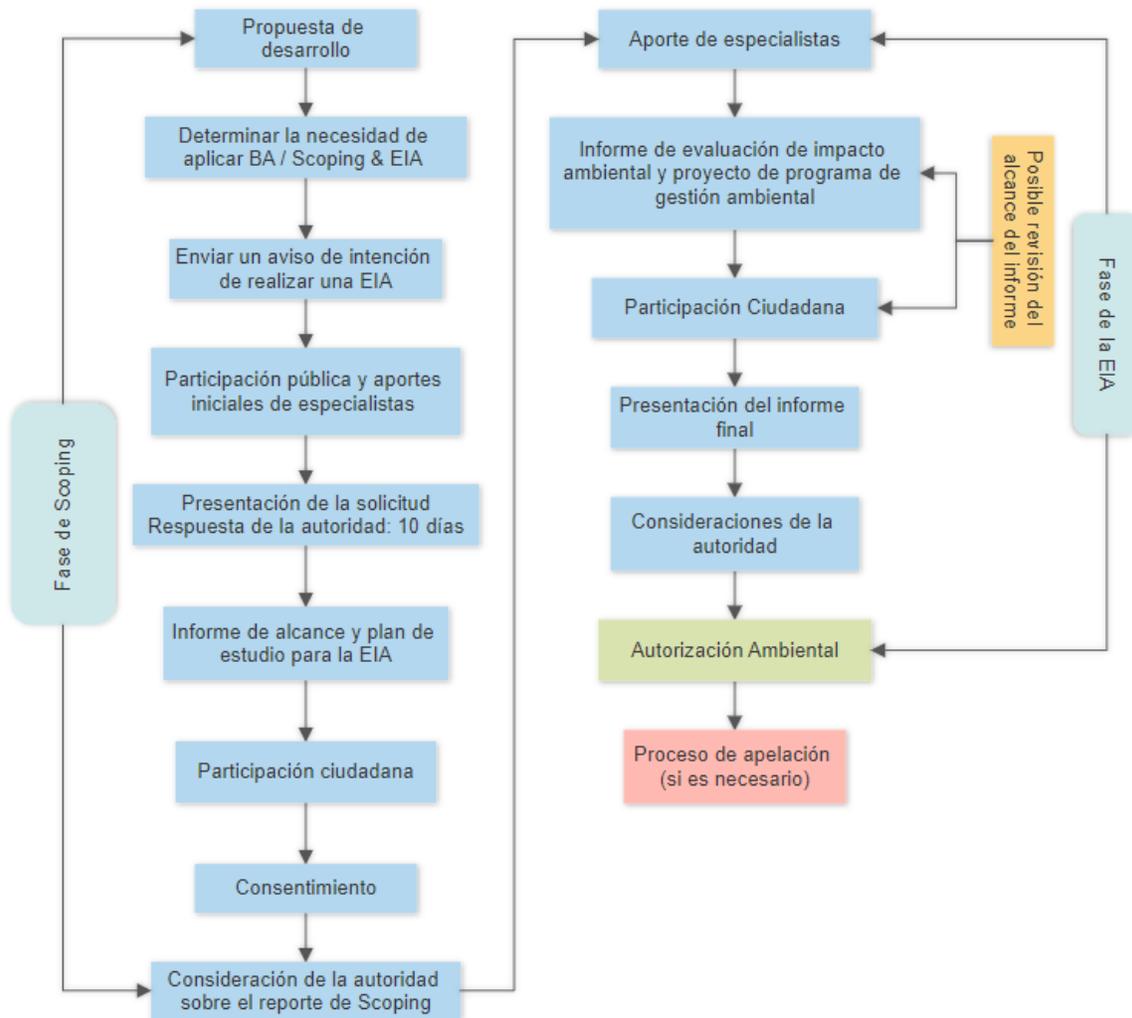


Figura 16: Diagrama del proceso de evaluación ambiental de Sudáfrica, Autor: Umzimkhulu Local Municipality (2019).

4.1.9. Brasil

La legislación brasileña no establece en detalle la realización de un estudio de impacto ambiental al momento de construir un depósito de relaves o desechos mineros, sin embargo, obliga al titular a realizar un estudio de impacto ambiental al momento de iniciar las actividades mineras, en donde el Ministerio de Minería y Energía es el encargado de otorgar una licencia preliminar [35].

Son tres las fases sucesivas para los procedimientos de concesión de licencias, en donde se analiza la viabilidad ambiental del proyecto en función a las licencias preliminares, de instalación y de explotación, en donde La Agencia de Protección Ambiental tiene la facultad de imponer condiciones de acuerdo con el impacto ambiental que cada proyecto es susceptible a generar.

La Agencia Nacional de Minerales es la encargada de aprobar la explotación de depósitos de residuos, en donde la empresa minera tiene los derechos sobre estos y al mismo tiempo está obligada a cumplir con los requerimientos ambientales determinados por la entidad. La Norma Regulatoria de Minería (NRM 19) instaura las reglas que debe desempeñar el titular con respecto a los depósitos, en donde establece responsabilidades para con el geólogo o el ingeniero de minas responsable de supervisar el manejo y deposición de los desechos.

La autorización específica para la aprobación de un depósito de relave recae en el Ministerio de Minas y Energía (MME), junto con el DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) a través de la Agencia Nacional de Minería [36].

La Figura 17, establece de manera general el proceso que llevan a cabo los proyectos a desarrollar en este país, el que se caracteriza por poseer 3 licencias diferentes para la operación de este. La licencia previa (LP), la licencia de instalación (LI) y la licencia de operación (LO) las cuales son necesarias al momento de iniciar operaciones de manera normal.

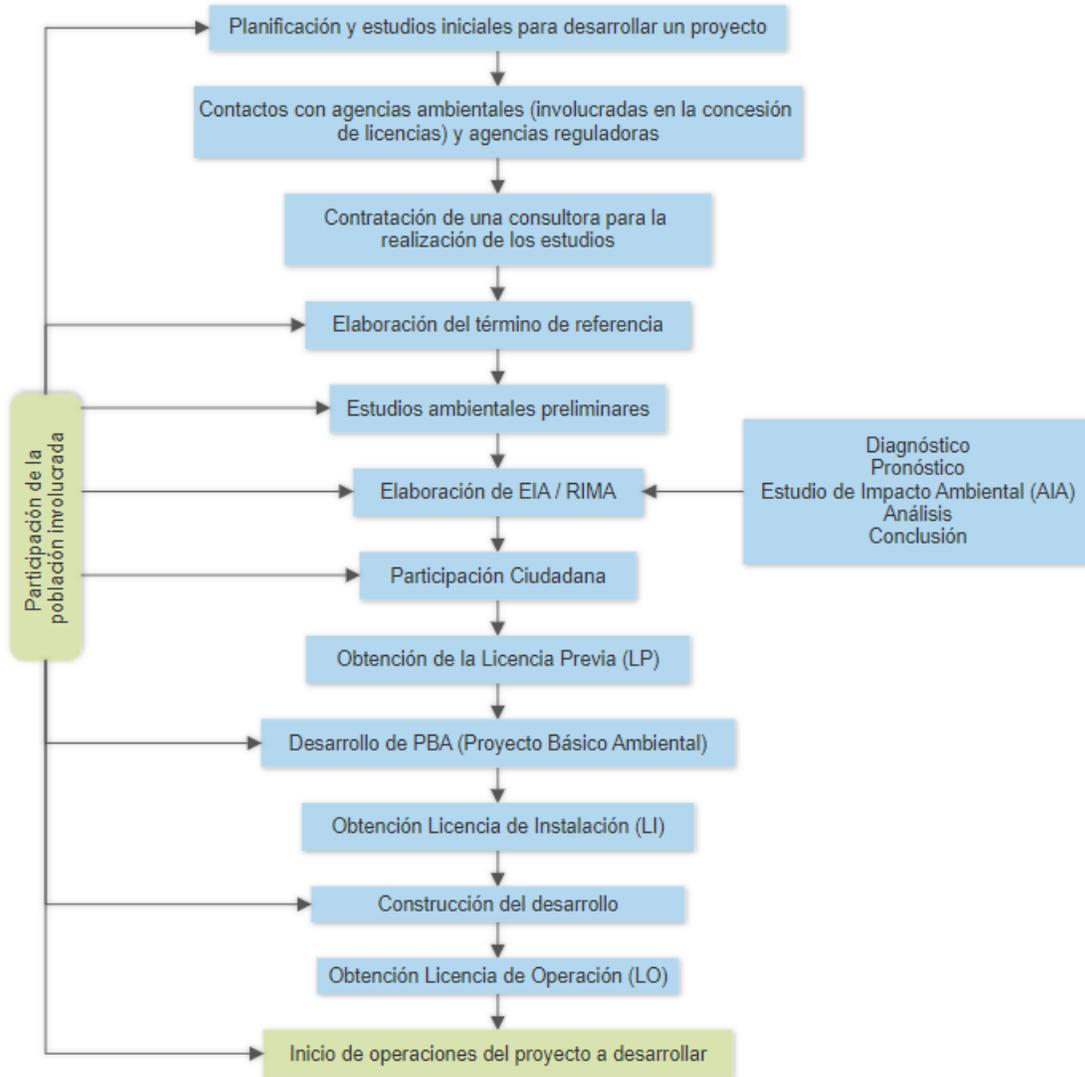


Figura 17: Diagrama del proceso de evaluación ambiental en Brasil, Fuente: Stamm (2003).

4.1.10. Bolivia

El sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SNEIA) en Bolivia, tiene por objetivo cumplir todas las tareas referentes a la prevención ambiental. De acuerdo con el reglamento (DS-Bo 24.176) “el SNEIA involucra la participación de todas las instancias estatales a nivel nacional, departamental y local, así como al sector privado y población en general” [37]. El sistema obliga la presentación de un estudio destinado a identificar y evaluar los potenciales impactos positivos y negativos que pueda causar la implementación de los proyectos, con el fin de establecer las medidas para evitar, mitigar o controlar aquellos que sean negativos e incentivar los positivos.

La entidad que entrega la autorización es la Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente, mediante la Subsecretaria de Medio Ambiente [38]. En la Figura 18 se muestra el proceso de evaluación ambiental desarrollado en Bolivia, establecido por su gobierno. Este se caracteriza por establecer en primera medida una Ficha Ambiental (FA) con el fin de definir posteriormente las categorías I, II, III y IV de acuerdo con el artículo 25 de la Ley de Medio Ambiente.

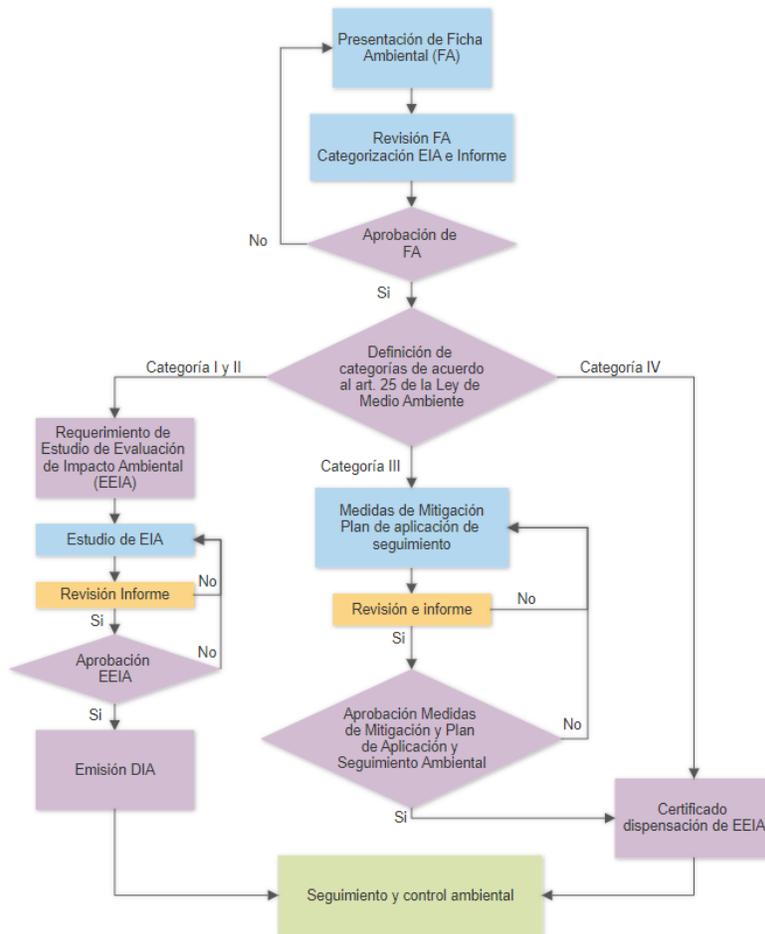


Figura 18: Diagrama del proceso de evaluación ambiental en Bolivia, Autor: Gobierno de Bolivia (2003).

4.1.11.Argentina

En Argentina el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental obliga al titular del proyecto a presentar una Evaluación o Declaración de Impacto Ambiental en función a los efectos significativos que tiene el desarrollo de la actividad en función al Código de Minería [39].

La Evaluación de Impacto Ambiental que se encuentra prevista en la Ley de Protección Ambiental para la Actividad Minera Ley-Ar 24.585, en donde el titular es el responsable de elaborar el informe a ser presentado ante la autoridad competente, el cual es indispensable al momento de ejercer las actividades de manera segura tanto para el personal, como para el medio ambiente [40].

El informe debe contener información correspondiente a cada etapa del proyecto.

1. Prospección:
 - a. Tipo de acciones de desarrollar.
 - b. Eventual riesgo asociado.
2. Exploración:
 - a. Descripción de los métodos empleados.
 - b. Medidas de protección ambiental necesarias.

Para estas etapas será necesaria una aprobación previa por parte de la autoridad de aplicación para el inicio de las actividades, sin perjuicio de las responsabilidades previstas por los daños que se pudieran ocasionar.

La EIA mantiene una estructura base que es presentada a continuación:

- i. Ubicación
- ii. Descripción ambiental del área de influencia
- iii. Descripción del proyecto minero
- iv. Eventuales modificaciones sobre suelo, agua, atmósfera, flora, fauna, relieve y ámbito sociocultural.
- v. Medidas de prevención, mitigación, rehabilitación restauración o recomposición del medio alterado, según correspondiere.
- vi. Métodos de trabajo utilizados.

Por otro lado, La Declaración de Impacto Ambiental es el instrumento público de aprobación que entrega la autoridad competente luego de haber evaluado la EIA, establecido en la Ley de Protección Ambiental para la Actividad Minera, el cual por normativa tiene un plazo máximo de dos años para su actualización, presentando un informe por parte del titular en donde se expongan los resultados de las acciones de protección ambiental ejecutadas y las novedades suscitadas en ese periodo.

En Argentina no existe una autoridad específica que otorgue el permiso de construcción y operación de un depósito de relaves, el Código de Minería dispone que serán autoridad de aplicación, las autoridades que las provincias determinen en el ámbito de su jurisdicción [41]. En la Figura 19 se muestra de manera general el proceso que debe de llevar a cabo cualquier proyecto en argentina y que es sometido a una evaluación de impacto ambiental, como la mayoría de las

potencias mundiales mineras, argentina integra los procesos de screening y scoping con el fin de determinar de mejor forma aquellos proyectos susceptibles de generar impacto ambiental de aquellos que no.

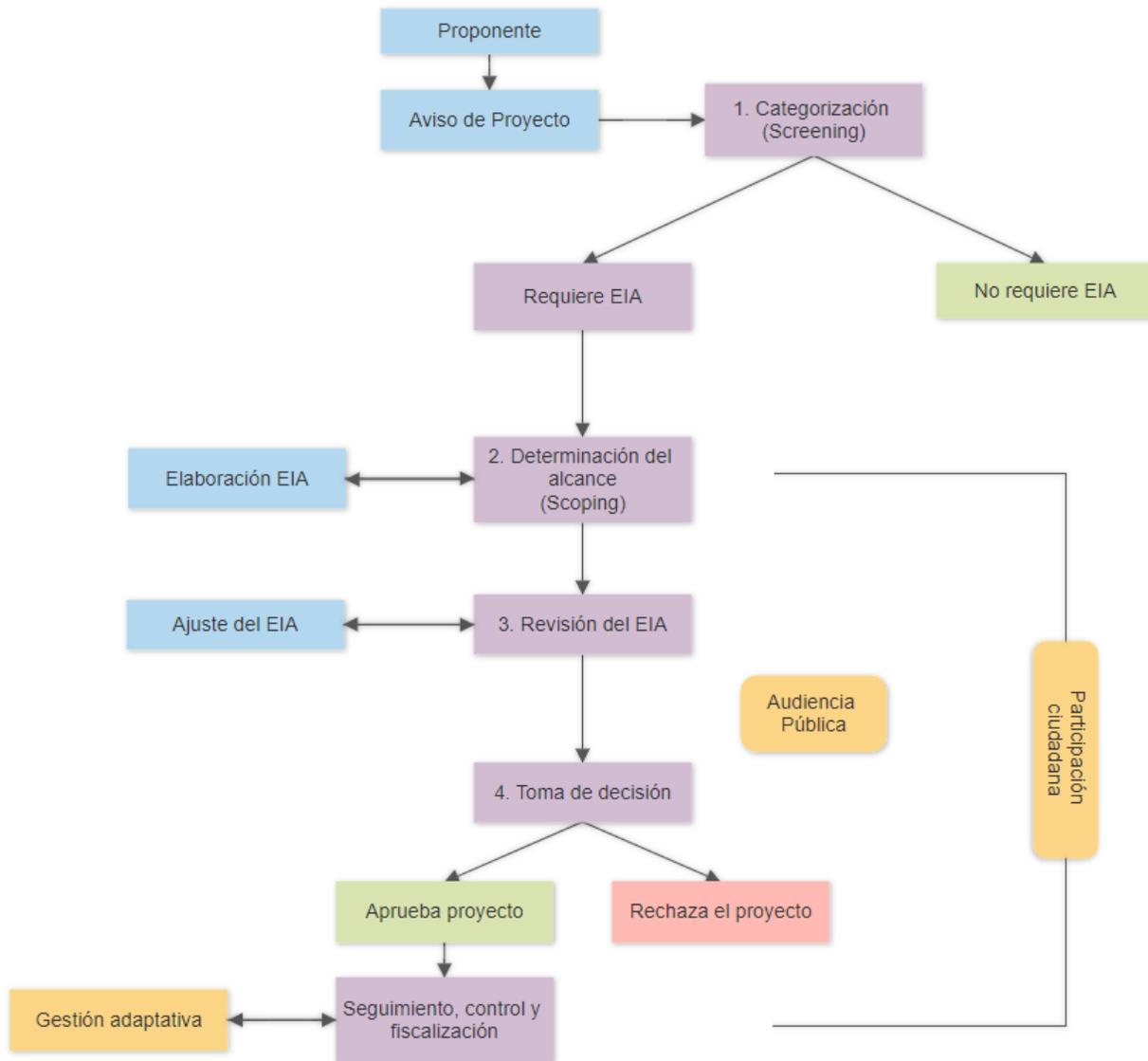


Figura 19: Diagrama del proceso de evaluación ambiental argentino, Autor: Gobierno de Argentina (2019).

Finalmente es posible clarificar la diferencia que existe entre las evaluaciones de impacto ambiental desarrolladas por los distintos países, existiendo diferencias tanto en las estructuras para el proceso de evaluación de impacto ambiental como en la cantidad de autoridades competentes

autorizadas para evaluar los mismos. En la **Tabla 7** se observa de manera resumida la cantidad de instituciones que participan al momento de dirimir sobre un DIA/EIA, el número de proyectos que cada país tramita anualmente y el plazo en días que demora la entrega de una decisión final. Dentro de los países considerados en el estudio poco más del 60% de estos poseen a lo más dos instituciones encargadas de dar una respuesta frente a proyectos relacionados con la formación de depósitos de relaves mineros.

Tabla 7. Autoridades competentes para la resolución de evaluaciones de impacto ambiental por país.

Resumen				
País	Entidad responsable de autorizar los proyectos	N° Evaluadores	N° Proyectos sometidos a EIA	Plazos respuesta EIA [días]
Chile	Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)	202	892	234
	SERNAGEOMIN			
	Dirección General de Aguas (DGA)			
Perú	Dirección General de Minería (DGM)	58	336	141
	Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros (DGAAM)			
	Servicio Nacional de Certificación Ambiental (SENACE)			
Estados Unidos	Bureau of Land Management (BLM)	>1000	3700	131
	US Forest Service (USFS)			
	Agencias federales competentes según ley NEPA			
	Agencia de Protección Ambiental (EPA)			
Australia	Departamento de Minas y Petróleo de Australia	1	3681	817-1013
	Agencia de Protección Ambiental			
Canadá	Gobiernos provinciales	369	6000	425
México	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	240	1558	252
	mediante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente			
Reino Unido	Autoridad de Planificación Mineral Competente o el Secretario de estado	236	400	112
Sudáfrica	Ministro de Recursos Minerales	204	5800	355
	Departamento de Recursos Minerales (DMR)			
	Departamento de Asuntos Ambientales (DEA)			
	Departamento de Recursos Hídricos y Silvicultura (DWAf)			
Brasil	Ministerio de Minas y Energía (MME)	348	1157	360
	Departamento Nacional de Producción Mineral (DNPM)			
Bolivia	Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM)	ND	35	ND
Argentina	No se especifica. El Código de Minería dispone que serán autoridad de aplicación, las autoridades que las provincias determinen en el ámbito de su jurisdicción.	ND	ND	ND

En la **Tabla 8** se muestra un resumen de indicadores cuantitativos y cualitativos en cuanto al desempeño en el proceso de evaluación de impacto ambiental para cada país, cabe señalar que en Australia al ser el Primer Ministro, una única persona, el encargado de dar una decisión final conlleva a generar retrasos en el proceso completo, lo que implican en largos periodos de espera para iniciar cualquier proyecto que se someta a la evaluación.

Tabla 8. Características del proceso de EIA por país.

País	N° proyectos por evaluador	Plazos respuesta EIA [días]	Años de Evaluación
Chile	4	234	0,7
Perú	6	141	0,4
Estados Unidos	4	131	0,4
Canadá	16	425	1,2
México	6	252	0,7
Reino Unido	2	112	0,3
Sudáfrica	28	355	1,0
Brasil	3	360	1,0
Australia	3681	915	2,5

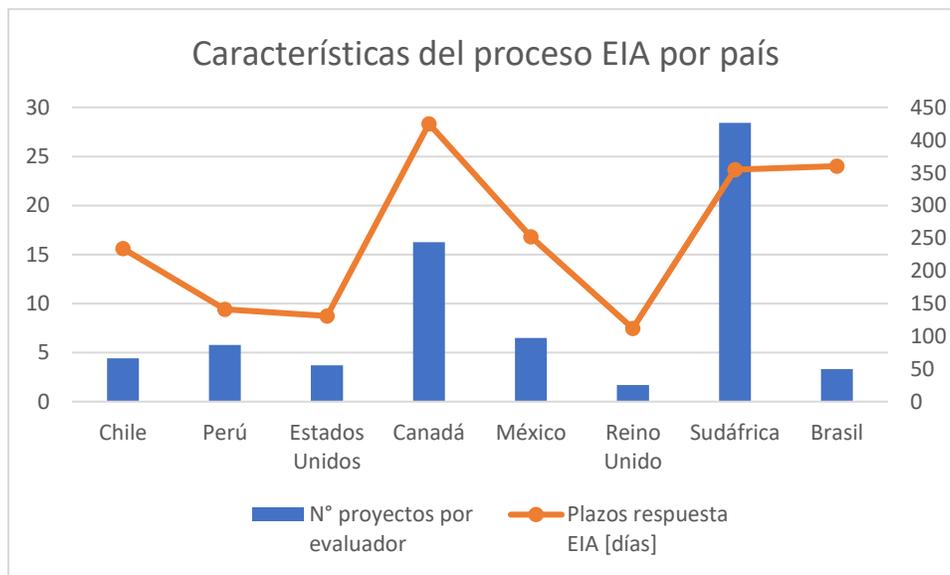


Figura 20: Características del proceso EIA por país.

Tabla 9. Indicadores de Desempeño Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental por país.

País	N° proyectos por evaluador	Plazos respuesta EIA
Chile	1,0	1,0
Perú	0,8	0,6
Estados Unidos	1,2	0,6
Canadá	0,3	1,8
México	0,7	1,1
Reino Unido	2,6	0,5
Sudáfrica	0,2	1,5
Brasil	1,3	1,5

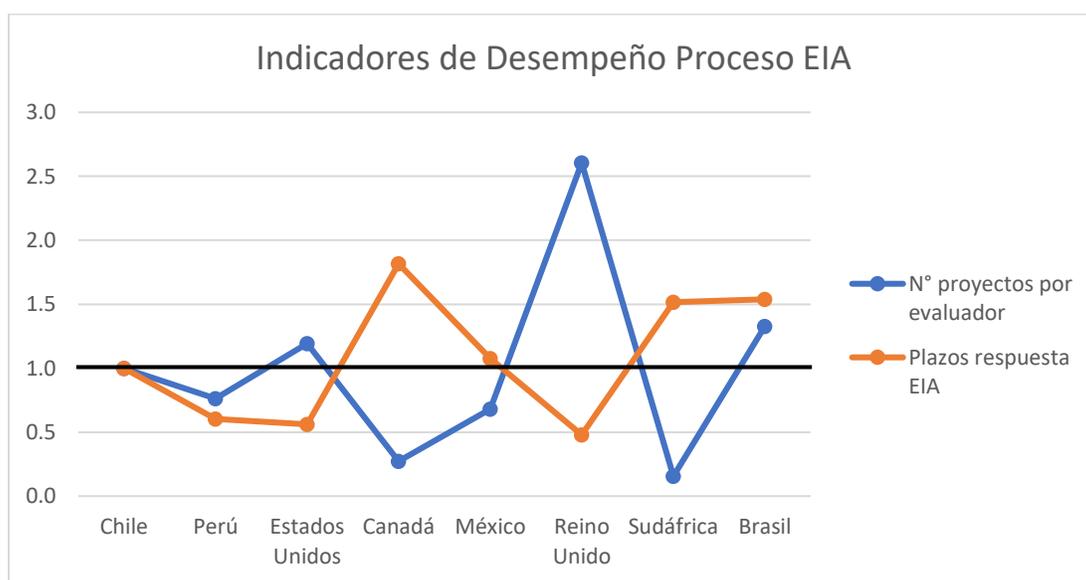


Figura 21: Indicadores de Desempeño Proceso Evaluación de Impacto Ambiental por país.

En la Figura 21, se muestra un gráfico de los indicadores mostrados en la Tabla 9 en donde se establece una comparación utilizando a Chile como caso base, en donde países como Perú, Canadá, México y Sudáfrica, se caracterizan por presentar menos de 4 proyectos por evaluador, esto asegura que las evaluaciones realizadas por cada uno de estos presentan mayor detalle y mejor evaluación, dando así la posibilidad de dictaminar mejores respuestas en función a cada proyecto y los impactos que estos involucran. Por otro lado, en cuanto a plazos de respuesta de la evaluación, aquellos países con índice menor a 1, presentan menores periodos de evaluación para una respuesta final en comparación al caso base, como es el caso de Perú, Estados Unidos y Reino Unido, esto posibilita mayor rapidez para la ejecución de proyectos a nivel nacional dando así el potencial de desarrollo económico, social y cultural que los países buscan al aceptar proyectos con implicancias para con el medio en el que se emplazarán. Finalmente, es aparente ver que el proceso de evaluación ambiental que lleva a cabo Perú presenta los mejores índices en comparación al caso

base, sin embargo esto se debe principalmente a la baja cantidad de estudio de evaluación ambiental que se solicitan durante un año en este país los cuales representan poco más del 35% del total de proyectos presentados en Chile, sin embargo no hay que dejar de lado el buen ejemplo que da este país al dar respuesta a este tipo de problemas de la mejor manera implementada a nivel mundial. Potenciales mundiales en minería no destacan por presentar buenos indicadores, esto se justifica en función a la elevada cantidad de evaluaciones solicitadas durante un año en comparación al caso de Chile, en donde la variabilidad de estudios a realizar, impactos involucrados y recursos utilizados, dificultan y demoran el proceso para establecer una respuesta final.

4.2. Problemas relacionados al proceso de autorización y permisos ambientales

Las limitantes que arremeten la Pequeña Minería al proyectarse en aumentar su producción se ven representadas principalmente por el impacto que sufren como respuesta a las caídas en el precio del cobre, altos montos de inversión para proyectos mineros y dificultades técnico-económicas para la solicitud de permisos ambientales. Las diferentes instituciones que participan en la aceptación de proyectos que puedan desarrollar impacto ambiental no conversan entre sí, al momento de labores específicas para cada una, lo que conlleva a largos procesos de tramitación con costos asociados.

Por otro lado, el funcionamiento que presenta el SEIA no ha sido del todo óptimo, debido a la sensibilidad del sistema y la gran cantidad de variables que afectan un proyecto de esta envergadura, lo que hace difícil su perfeccionamiento. Pasados unos años luego de la aplicación del primer reglamento del SEIA, comenzaron a surgir críticas por parte de sectores empresariales y ecologistas con respecto a problemas que hasta el día de hoy siguen vigentes, por ejemplo, los tipos de proyectos sometidos al SEIA, la decisión de realizar un Estudio de Impacto Ambiental o una Declaración de Impacto Ambiental, los permisos sectoriales y sus requerimientos, la participación ciudadana, entre otros [42].

Se han desarrollado diferentes modificaciones al reglamento del SEIA con tal de optimizar su funcionamiento, sin embargo, este sistema persiste con deficiencias que recaen principalmente los largos plazos de evaluación reportados en los últimos años. Si bien no es totalmente atribuible a los problemas del SEIA, debido a que existe una gran variedad de factores externos que pueden afectar el desarrollo de proyectos de inversión y su evaluación ambiental, los datos muestran que entre los años 2011 y 2017, el plazo de permanencia en el sistema fue de aproximadamente 8 meses, el que ha ido en aumento avanzando los años [43].

Tabla 10. Plazos (días) del Proceso de una Declaración de Impacto Ambiental en Chile.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plazo DIAs (Meses)	6,95	7,09	7,2	8,33	9,57	9,36	7,8

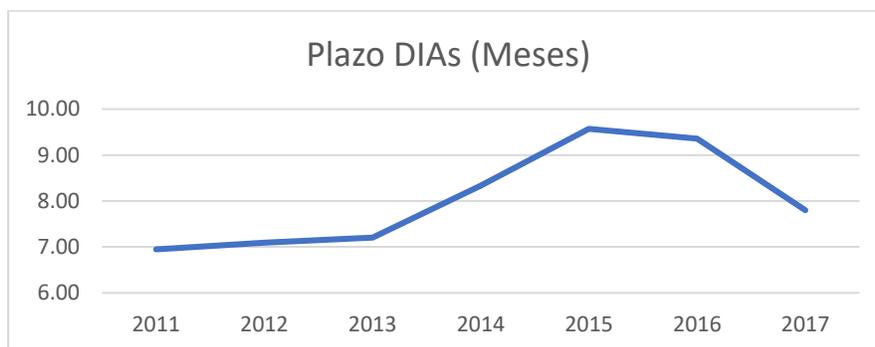


Figura 22: Tiempo Promedio de Revisión (TPR) de proyectos con "DIA" en el SEIA. Fuente: Base estadística SEIA (2021).

A continuación, se presentarán en detalle algunas exigencias y requerimientos que afectan de manera directa el desarrollo de este sector minoritario, pero importante para el progreso local del sector.

4.2.1. Tipología de ingreso al SEIA

En primer lugar, es necesario mencionar que el Decreto 40 que Aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, del Ministerio de Medio Ambiente, en su artículo 3 sobre Tipos de proyectos y actividades que deben someterse a un SEIA, establece que “*Se entenderá por proyectos de desarrollo minero aquellas acciones u obras cuyo fin es la extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros y cuya capacidad de extracción de mineral es superior a cinco mil toneladas mensuales (5.000 t/mes)*”[10]. En resumen, el Decreto 40 obliga a cualquier proyecto minero con capacidad de extracción superior a las 5.000 t/mes y de manera arbitraria a ingresar al SEIA, sin tomar en consideración el tipo de minería involucrada en la solicitud de permisos ambientales, las características técnicas del proyecto como la tecnología a utilizar, el tipo de desechos producidos, el lugar a emplazar el proyecto y la inversión económica requerida para llevarlo a cabo, entre otros. En la actualidad existen proyectos que ya cuentan con regulaciones específicas que norman los aspectos ambientales que les corresponde cumplir hasta antes de ingresar al SEIA, esto quiere decir que la evaluación realizada por el SEA, es en algunos casos aplicados dentro del marco de Pequeña Minería cuyo impacto ambiental no es necesariamente significativo y solo aportan a colapsar el sistema.

Entes estatales e instituciones presentan diferencias técnicas al momento de definir la Pequeña Minería al establecer diferentes criterios de ingreso, como se aprecia en la **Tabla 4** A modo de ejemplo, la ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras, en su artículo 10 sobre Tipos de procedimientos de aprobación, establece que “*se sujetará al procedimiento de aplicación general la empresa minera cuyo fin sea la extracción o beneficio de uno o más yacimientos mineros, y cuya capacidad de extracción de mineral sea superior a diez mil toneladas brutas (10.000 t) mensuales por faena minera. Resultará aplicable el procedimiento simplificado a la empresa minera cuya capacidad de extracción o beneficio de mineral sea igual o inferior a la señalada en el inciso anterior*”[44]. Es decir, establece facilidades a las pequeñas empresas mineras para promover su crecimiento, desarrollo y posterior cierre acorde a la normativa dispuesta, estableciendo un límite de 10.000 toneladas mensuales, categorizando y separando así proyectos con alto impacto ambiental de los que no presentan mayores daños al ecosistema.

Por otro lado, la Empresa Nacional de Minería, de corte estatal, en sus requisitos de postulación a Concursos de Proyectos Mineros para la Pequeña Minería, explicita que es necesario “*Ser productor minero con una producción máxima de hasta 10.000 t/m en minerales o su equivalente en productos mineros*” [45], es importante notar que ya en dos oportunidades se ha utilizado el valor de 10.000 toneladas mensuales para limitar superiormente al sector de la pequeña minería, en contraste a las 5.000 toneladas mensuales que exige el SEA al momento de ingresar al SEIA. Esto nos permite pensar a priori en valores actualizados, tanto técnica como económicamente posibles en cuanto a producción mensual para la pequeña minería del país.

4.2.2. Requerimientos de Permisos Ambientales Sectoriales

Para el desarrollo de todo proyecto de depósito de relaves es necesario determinar si el permiso es aplicable en cuanto a los 4 tipos de obras hidráulicas señaladas en el artículo 294° del D.F.L N°1.122, Código de Aguas, donde se establecen las características para ser considerada un embalse. Al momento de ser considerado el proyecto como un embalse, se requiere de un PAS para la operación de este, en caso de que la capacidad del embalse sea mayor a los 50.000 m³, o que la altura del muro de contención sea superior a los 5 m. Para proyectos de pequeña minería con límites de capacidad de procesamiento de 5.000 toneladas por mes implica que, para evitar la tramitación del PAS es necesario evaluar el negocio en 1,6 años de operación, los valores definidos para la estimación del periodo de vida útil de un depósito de relaves de la pequeña minería se muestran en la **Tabla 11**. En general la vida útil de los proyectos es evaluada en función al periodo de retorno de la inversión y al periodo de obsolescencia del activo fijo más importante, siendo para nuestro caso de estudio, el equipamiento y la planta concentradora pudiendo alcanzar en promedio los 10 a 15 años. Esta característica hace que sea necesario realizar alrededor de 7 estudios diferentes para la aprobación de depósitos de relave dentro de un mismo proyecto. Por otro lado, los tiempos que demora la tramitación de permisos ambientales y la evaluación por parte del SEIA alcanzan en promedio 1,5 años para una respuesta final por parte de todas las entidades reguladoras, esto implica que a medida en función a que se aprueba un proyecto de embalse o depósito de relaves, se es impetuosa la necesidad de establecer un nuevo estudio para que este sea evaluado a tiempo con el fin de mantener una operación continua. Para el caso de productividades menores a 5000 toneladas por mes, como se puede observar en la **Figura 23** donde la vida útil de los depósitos de relaves va en constante aumento, en donde las faenas mineras con capacidad de procesamiento menores a 3000 toneladas por mes no se verían afectados por el problema antes señalado, sin embargo este tipo de negocios representan alto riesgo y baja rentabilidad, lo que los hace poco viables en la práctica. Estos factores detienen de manera significativa el desarrollo de la pequeña minería y es uno de los principales temas evaluados por los expertos al momento de establecer modificaciones a la legislación. Finalmente cabe destacar que el criterio de evaluación no es constante, esto implica que un mismo proyecto evaluado en periodos diferentes no tendrá necesariamente la misma respuesta de la entidad con respecto al proyecto, debido principalmente a los cambios burocráticos que se llevan a cabo en el país durante un periodo de 10 años en que es posible evaluar un proyecto de esta categoría.

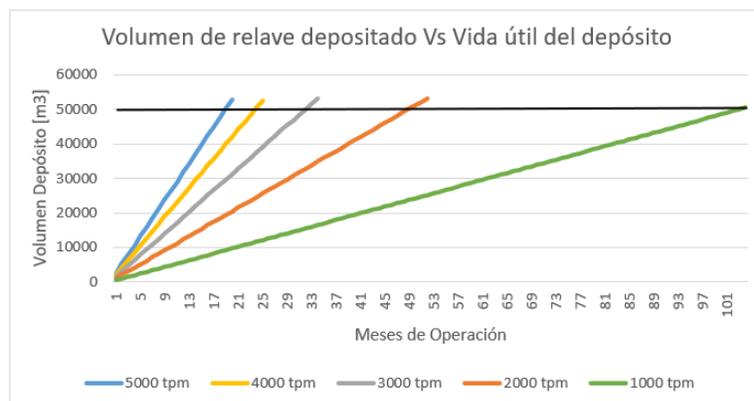


Figura 23: Volumen de relave depositado vs vida útil del depósito

Tabla 11. Características depósitos de relave Pequeña Minería.

Capacidad del depósito [m3]	50.000
Densidad del relave [ton/m3]	1,8
Años de operación depósito 5000 [tpm]	1,58
Años de operación depósito 4000 [tpm]	2
Años de operación depósito 3000 [tpm]	2,67
Años de operación depósito 2000 [tpm]	4,33
Años de operación depósito 1000 [tpm]	8,67

4.2.3. Criterios de aprobación

El número de proyectos que solicitaron permisos ambientales desde que se publicó el primer reglamento del SEIA el año 1997, se encuentra por sobre los 22.000 proyectando una inversión mayor a US\$ 590.00 millones, ese año fue posible definir los criterios de aprobación necesarios para presentar una DIA o un EIA de un proyecto que involucran a participantes externos para su desarrollo. Como es posible ver en la **Tabla 12** durante el periodo de evaluación voluntaria, casi la totalidad de los proyectos ingresaron mediante DIAs, lo cual fue preponderante puesto que su evaluación es más sencilla al tratarse de proyectos que no provocan mayor impacto ambiental, los cuales se tramitan en periodos más cortos de tiempo e involucran costos asociados menores en comparación a los necesarios para el desarrollo de un EIA. En la actualidad posterior a las modificaciones realizadas, el escenario ha cambiado pasando a uno más complejo y participativo, en donde las exigencias establecidas para la aprobación de proyectos sometidos al SEIA han aumentado, como es observable a través de la constante disminución de proyectos admitidos durante estos periodos.

Tabla 12. Evolución proyectos (%) ingresados al SEIA por periodo. Fuente: Base estadística SEIA (2017).

	Evaluación Voluntaria 94-97	Primer Reglamento 97-02	Mod. Primer Reglamento 02-13	Nuevo Reglamento 13-16
EIA	98 %	6 %	4 %	5 %
DIA	2 %	94 %	96 %	95 %
Proyectos aprobados	91 %	82 %	64 %	44 %

A la fecha en Chile, de acuerdo con la última actualización de abril del 2019 del Catastro de Depósitos de Relaves del Sernageomin existen un total de 742 depósitos de relaves, de los cuales 104 corresponden a depósitos activos, 463 a inactivos y 173 a abandonados y 2 en construcción, de los 104 depósitos activos, 21 pertenecen a la gran minería, 35 a la mediana minería y 48 a la pequeña minería. En a este último, la aprobación por parte del SERNAGEOMIN es principalmente para el desarrollo de depósitos de relaves, existiendo en la actualidad 35 embalses de relaves activos categorizados, distribuidos entre la III y la VII región del país. Por otro lado, son solo 13 los tranques de relaves, asociados a la Pequeña Minería, aprobados y activos para su desarrollo los

cuales se ubican solamente entre la III y IV región. Esto nos da a entender que el SERNAGEOMIN en la práctica aprueba principalmente embalses de relaves estableciendo diferentes criterios de construcción para este, con muros de contención de hasta 15 m de altura y sin restricción de capacidad de almacenamiento, lo que conlleva a aumento en los costos de construcción en comparación a un tranque de relaves.

La principal razón que se desprende de esta situación es de tipo técnica, esto debido a que en términos de estabilidad física un embalse posee mejores cualidades y características que un tranque durante el proceso de construcción y fiscalización, el embalse al ser construido con material empréstito, como se explica dentro de este estudio, solo necesita de ser construido correctamente y en base al reglamento establecido (DS N°248) para mantener la estabilidad física y así, un adecuado índice de seguridad. Por otro lado, las labores que establecen la construcción de un tranque implican utilizar la fracción gruesa del relave para el desarrollo del muro, lo que en la práctica involucra problemas o deficiencias en el proceso al momento de la separación por tamaño desde el hidrociclón, lo que obliga a una mayor periodicidad y énfasis al momento de la fiscalización por parte del SERNAGEOMIN, comprendiendo mayor tiempo y recursos para este tipo de obras.

4.2.4. Coordinación de los Servicios que participan en la Evaluación Ambiental

La construcción de depósitos de relaves para el desarrollo de proyectos mineros es fundamental al momento de almacenar de manera segura y responsable los contaminantes productos del proceso. Se estima que para el periodo comprendido entre 2019 y 2023, 30 USD mil millones serán invertidos en proyectos de explotación minera, teniendo que solicitar 213 diferentes permisos y en específico el PAS 135 para la construcción y operación de depósitos de relaves, evaluado por el SERNAGEOMIN que, a pesar de los 60 días hábiles establecidos en la legislación para entregar una respuesta en la actualidad el proceso toma en promedio 224 días hábiles.

La duplicidad de competencias entre el SERNAGEOMIN y la DGA, al momento de dirimir en la revisión de obras de relaves con concentración de sólidos inferior a 65%. En estos casos, la legislación exige a los titulares la aprobación tanto del PAS 135 como el PAS 155 referente a construcción de obras hidráulicas que es otorgado por la DGA. La información presentada en la **Tabla 13**, da a conocer los principales temas e información técnica que ambos servicios solicitan y revisan al momento de emitir una resolución final, en donde la duplicidad de competencias queda en total evidencia. Es claro notar que la falta de sincronía que posee este proceso con respecto al SERNAGEOMIN y la DGA, junto a una posible discrepancia en cuanto a resolución de permisos ambientales, supone altos costos tanto para los Servicios, como para los titulares.

Tabla 13. Duplicidad de competencias entre el SERNAGEOMIN y DGA.

Eje Temático	DGA	SERNAGEOMIN
(1) Mecánica de Suelos - Geotecnia	SI	SI
(2) Control de infiltraciones en muros	SI	SI
(3) Método de construcción de muros	SI	SI
(4) Análisis Sistemas TDS; RWS y SCS/SRI (Control Infiltraciones)	SI	SI
(5) Parámetros de diseño y construcción de muros, altura de coronamiento y revancha	SI	SI
(6) Análisis de estabilidad y sismología taludes y muro principal	SI	SI
(7) Sistema de instrumentación para monitoreo y control de estabilidad	SI	SI
(8) Manejo de aguas y obras hidráulicas	SI	SI
(9) Manejo de Emergencia	NO	SI
(10) Cálculo distancia peligrosa	NO	SI
(11) Proyecto de Cierre	NO	SI

4.2.5. Costos de ingresar al SEIA

Los costos asociados a la creación de un informe de Estudio o Declaración de impacto ambiental varían debido a la complejidad que presentan los diferentes proyectos a ser evaluados, en este proceso participa un equipo multidisciplinario involucrando a expertos de asuntos que incluyen recursos naturales, medio ambiente y social, entre otros. La ubicación geográfica también se ve involucrada en los costos puesto que la localidad a emplazar el proyecto de inversión, el tipo de flora y fauna, la envergadura del proyecto y el tipo de proceso a desarrollar, establecerán diferentes maneras de abordar los posibles impactos o efectos asociados sobre el medio ambiente y las comunidades aledañas al proyecto. Actualmente los costos de una DIA superan las 1500 UF, pudiendo alcanzar valores de hasta 3000 UF para la solicitud de construcción, operación y cierre de relaves mineros en la pequeña minería. Estas cifras se traducen en una parte importante de la inversión propuesta para la construcción y desarrollo del proyecto, en donde empresarios enfrentan dificultades económicas un mercado variable debido a su estrecha relación con el precio del metal. Los costos asociados a proyectos de menor escala que no están obligados a solicitar la evaluación por parte del SEIA alcanzan valores de hasta 600 UF a diferencia de un proyecto de depósito de relaves general que bordea los 2500 UF. El gran contraste observado presenta grandes problemas y retrasos para este sector de la Pequeña Minería que busca la ampliación de la operación y el desarrollo constante de su negocio.

4.2.6. Limitaciones del DS N° 248

El Decreto Supremo N°248, “Reglamento para la aprobación de proyectos de diseño, construcción, operación y cierre de los depósitos de relaves”, es publicado en el diario oficial el 11 de abril del 2007, época en la cual las tecnologías de espesamiento comenzaban a desarrollarse y no existía un uso masivo en proyectos mineros. Chile se ha desarrollado constantemente en cuanto a mejores prácticas y actualización en tecnologías utilizadas, esto ha establecido dificultades en la aplicación del DS N°248 hoy en día debido a la falta de modificaciones que actualicen la normativa, algunos ejemplos de lo mencionado anteriormente son que no establece distinciones entre los requerimientos para la pequeña, mediana y gran minería, ni tampoco toma como variable la tecnología utilizada para el proceso de generación de relaves, la falta de distinción por ende perjudica principalmente a los empresarios de la pequeña minería quienes necesitan invertir un porcentaje considerable de capital al estudio de evaluación en comparación a la inversión total del proyecto, junto con los problemas que tienen para mantener a flote el negocio ante los cambios bruscos e inesperados que caracterizan el precio del metal, provoca en muchos casos que proyectos de formación de depósitos de relave o la ampliación de estos, sean desistidos por parte del interesado por factores externos a su negocio, estancando el desarrollo de este sector. Por otro lado, en la actualidad no existen plazos definidos para las fases de observación y respuestas frente a los 60 días de plazo que otorgan para el pronunciamiento del servicio y los privados provocando retrasos en el sistema, y por consiguiente, en una respuesta final para la aprobación o rechazo del proyecto.

4.3. Propuestas relacionadas al proceso de autorización y permisos ambientales

Las dificultades que deben enfrentar empresarios de la pequeña minería al momento de querer desarrollarse se acentúan al momento de estar obligados a ingresar al Servicio de Evaluación Ambiental, los costos asociados a lo que significa establecer límites y desarrollar un estudio acorde al proyecto o expansión, la mala coordinación de las instituciones encargadas de dar respuesta a las solicitudes al momento de necesitar más de una aprobación parte de los requerimientos del estudio del proyecto, la discordancia que supone para un proyecto minero el solicitar PAS con vigencias de 18 meses de operación en contraste a los 2 a 3 años que han demorado proyectos de depósitos de relaves de la pequeña minería en ser aprobados, la no existencia de diferencias frente al tamaño del proyecto para los requerimientos de estudios de estabilidad física y química, entre los más relevantes. En esta sección se establecen propuestas, como lo son la de aumentar la capacidad de procesamiento para evitar la obligatoriedad de someterse al SEIA, y se dan definen alternativas para disminuir los costos involucrados y los tiempos de tramitación del proceso. Finalmente se explica el concepto de screening y scoping, procesos previos a una EIA, los cuales tienen por función determinar la necesidad o no, de realizar un EIA en un proyecto específico, y definir los problemas e implicancias que debe abordar el estudio para establecer si el proyecto es susceptible a generar un impacto ambiental, respectivamente.

4.3.1. Tipología de ingreso al SEIA

Como se menciona a lo largo del documento, los términos establecidos en el Decreto 40 en cuanto a capacidad de procesamiento de 5.000 toneladas por mes para hacer ingreso obligado al SEIA, sin tomar en consideración aspectos técnicos, como el tipo de minería a implementar o la tecnología a utilizar durante la operación, o aspectos económicos, como el costo que involucra someter un proyecto al SEIA. No existe claridad, ni metodología establecida para definir la capacidad de procesamiento de 5.000 toneladas por mes, por otro lado este decreto fue establecido el año 2012 recibiendo sus últimas modificaciones el año 2014, esto quiere decir que se decretó la ley con el fin de establecer límites y diferenciar pequeños de los grandes proyectos que se establecían hace más de una década y trabajando con tecnologías que hoy en día están quedando obsoletas o han sido perfeccionadas, en otras palabras, hoy en día debido a la optimización de los procesos y a la mejora en cuanto a la tecnología utilizada en la operación, la capacidad establecida en el Decreto 40 están infravalorados y necesitan modificaciones imperiosas para promover el desarrollo de la pequeña minería nacional.

Se desarrolló un estudio técnico-económico para un proyecto de planta concentradora de minerales con su respectivo depósito de relaves. El estudio se realizó utilizando las variables técnicas de la Planta BlackColt ubicada en el Parque Industrial Minero en Petorca propiedad de Minera Hasparren SpA, con el fin de obtener el Valor Actual Neto del proyecto evaluado en 10 años, modificando las variables de precio del dólar y capacidad de procesamiento. En la Tabla 12 es posible observar los resultados de este estudio, en donde las variables de capacidad de procesamiento varían de 5.000, 8.000 y 10.000 toneladas por mes, y lo relaciona al precio del dólar, el cual mantiene una relación inversamente proporcional con respecto al precio del cobre. Los resultados son expuestos en la **Tabla 14** muestran el potencial de desarrollo que tiene la

pequeña minería al momento de aumentar su capacidad de procesamiento, en donde este aumento implica un acrecentamiento en la tasa interna de retorno, indicador clave para establecer la rentabilidad de un proyecto.

Por otro lado, el aumento en la capacidad de procesamiento asegura tener un mayor fondo de inversión consolidado en caso de la necesidad de desarrollar proyectos de expansión, mantención, o un nuevo proyecto de planta, potenciando así el crecimiento de este sector.

Tabla 14. Tabla Resumen VAN Planta Procesadora de Minerales.

Capacidad de Procesamiento [ton]	5.000			8.000			10.000		
Precio del Dólar [CLP]	650	720	800	650	720	800	650	720	800
VAN [MCLP]	669	580	482	1604	1459	1302	1817	1635	1439
TIR [%]	27,6	25,14	22,51	40,24	37,45	34,45	36,28	33,59	30,7

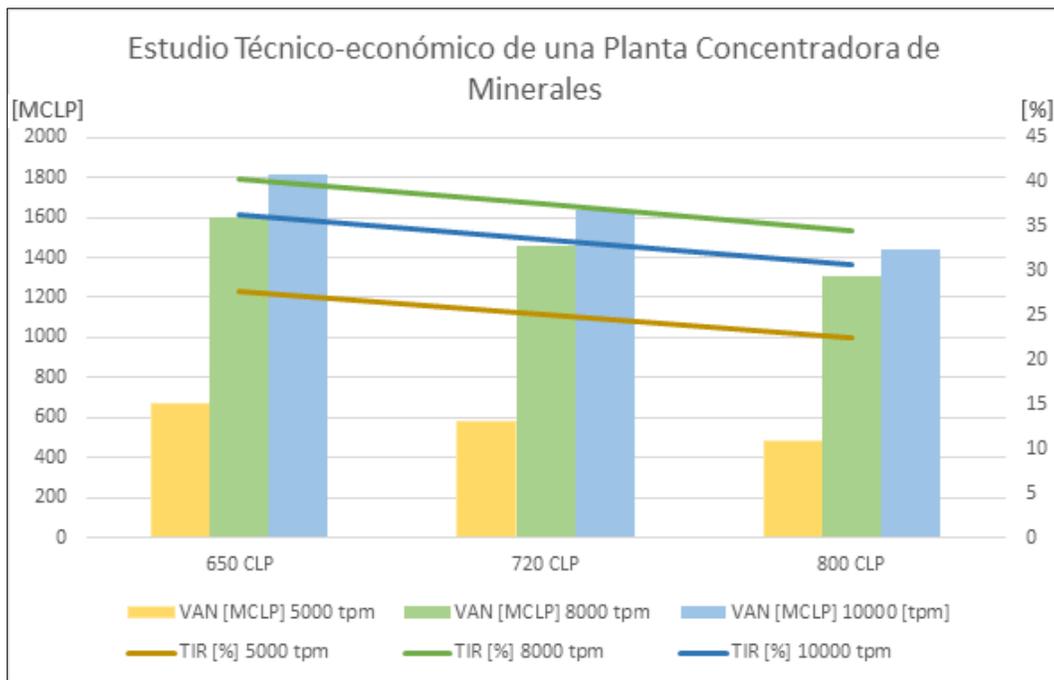


Figura 24: Estudio técnico-económico de una planta concentradora de minerales.

4.3.2. Coordinación de los Servicios que participan en la Evaluación Ambiental

La mala coordinación que existe hoy en día en cuanto a la tramitación de permisos ambientales para depósitos de relave ha sido atribuida a diferentes razones tanto organizacionales como burocráticas, el hecho de que dos entidades revisen los mismos ejes temáticos durante el proceso de evaluación ambiental, provoca entre otros problemas como el aumento de recursos utilizados para evaluar un mismo tema, los costos involucrados para la evaluación del proyecto, los tiempos de tramitación para iniciar actividades y posibles discrepancias en las respuestas frente a un mismo eje temático por parte del SERNAGEOMIN y la DGA. Por otro lado, para proyectos de mayor escala se involucra el SEA como nueva entidad evaluadora, aumentando así la cantidad de solicitudes hacia los servicios responsables de dar una respuesta que no necesariamente se alinean para obtener una conclusión con respecto al proyecto y sus impactos ambientales. Una solución a este problema sería establecer una distinción en cuanto a depósitos y embalses que son de carácter minero de aquellos que no, estableciendo como ente regulador al SERNAGEOMIN para proyectos mineros y a la DGA para aquellos proyectos de obras hidráulicas o civiles que involucren depósitos o embalses, este cambio establecería mayor control y menos roce entre las entidades responsables de dar respuesta a las solicitudes de proyectos a nivel nacional.

4.3.3. Costos de ingresar al SEIA

Los costos generales que involucra ingresar al SEIA se verían reducidos al momento de establecer criterios superiores en cuanto a capacidad para los proyectos de planta y depósito de relaves de la pequeña minería del país, esto quiere decir que luego de querer evaluar la expansión de una planta y su respectivo depósito de relaves, los costos asociados a este desarrollo se verían reducidos al no estar obligados a ser evaluados por autoridades reguladoras evitando así, el tiempo que involucra este proceso, los recursos utilizados y el costo involucrado el cual bordea las 2500 UF. Por otro lado los costos que involucran los estudios de estabilidad tanto física como, química, disminuyen al momento de definirlos en específico para cada tipo de minería desarrollada en el país como se explica a continuación.

4.3.4. Estabilidad Física

En la actualidad el estudio de estabilidad física solicitado al mandante no hace diferencias frente al tamaño del proyecto de depósito de relaves, la definición de nuevos conceptos referentes a depósitos de pequeña, mediana y gran minería, a modo de adecuar esta definición a la realidad económica de las faenas mineras, establecería límites y especificación en función al tamaño del proyecto. El año 2018 finalizó el proyecto INNOVA 15BP-45433, llevado a cabo por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en necesidad a la falta de detalle con respecto a criterios técnicos de la Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faena e Instalaciones Mineras. Dentro de este proyecto se crea la Guía Metodológica para Evaluación de la Estabilidad Física de Instalaciones Mineras Remanentes, en la cual se establece la metodología para caracterización de depósitos de relaves definiendo en su Etapa 1: el Potencial de Inseguridad que consiste en determinar el escenario potencial de inseguridad al momento de realizar la evaluación, considerando factores como la altura del depósito, el volumen de almacenamiento, impacto ambiental, entre otros como se muestra en la **Tabla 15** [52].

Tabla 15. Potencial de Inseguridad. Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2018).

Factor	Potencial de Inseguridad			
	Mayor	Alto	Medio	Bajo
Altura del depósito [m]	30 (6)	15 - 30 (4)	5 - 15 (2)	< 5 (0)
Volumen de almacenamiento máximo del depósito [m ³]	60.000.000 (6)	1.500.000 - 60.000.000 (4)	50.000 - 1.500.000 (2)	< 50.000 (0)
Número de personas a evacuar, aguas abajo	1000 (20)	101 - 999 (4)	1 - 100 (2)	0 (0)
Impacto Medioambiental	Catastrófico (12)	Mayor (8)	Moderado (4)	Menor (0)

La suma de los puntajes obtenidos en la Tabla 15, se le denomina Factor Total de Inseguridad (FTI), en función al cual se determina la inestabilidad física y posibilidad de falla del depósito de relaves, clasificación mostrada en la **Tabla 16**. [52].

Tabla 16. Grado de Inseguridad. Fuente: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2018).

Factor Total de Inseguridad (FTI)	Grado de Inseguridad
0 - 12	I (Bajo)
12 - 20	II (Significativo)
> 20	III o IV (Alto o Extremo)

Posterior a la clasificación de los depósitos en función a la inseguridad de estos, se establecen definiciones para los depósitos de relaves en función al sector minero al cual pertenecen como se detalla a continuación:

- Depósito Pequeña Minería: Aquel depósito cuya altura de muro resistente medido desde el eje del coronamiento es menor o igual a 10 metros o la producción mensual de relaves es menor a 10.000 toneladas.
- Depósito Mediana Minería: Aquel depósito cuya altura de muro resistente medido desde el eje del coronamiento se encuentre entre 10 y 30 metros o su producción mensual de relaves se encuentre entre 10.000 y 50.000 toneladas.
- Depósito Gran Minería: Aquel depósito cuya altura de muro resistente medido desde el eje del coronamiento sea mayor a 30 metros o su producción mensual de relaves sea mayor a 50.000 toneladas.

Luego de haber establecido diferencias entre los tipos de depósitos de relaves, es necesaria definir la información técnica mínima necesaria con respecto a cada tipo de depósito en cuanto a geología, geotecnia, hidrología, hidrogeología, sísmica, meteorológicos y otros que el Servicio considere necesarios. Es claramente observable que para aquel caso definido anteriormente como Depósito Pequeña Minería, cae en la categoría de un potencial de inseguridad medio en sus 4 factores, sin embargo pese a ser el peor escenario, el Grado de Inseguridad corresponde a I (Bajo) para cualquier combinación de variables. Finalmente, establecer las fases de metodología para evaluar la estabilidad física en función al tamaño de los depósitos, contribuiría de manera general a una optimización del proceso en cuanto a costos, uso de recursos y tiempo involucrado.

4.3.5. Estabilidad Química

Las definiciones que hoy en día se establecen para la estabilidad química en faenas e instalaciones mineras no son precisas, estableciendo la necesidad de diferenciar entre depósitos de pequeña, mediana y gran minería, adecuando a cada una de estas las variables de estabilidad química que deben de ser consideradas al momento de precisar los controles a evaluar.

- Depósito Pequeña Minería:
 - Balance de Masa.
 - pH.
 - Eh (Potencial de oxidación).
 - Conductividad de las aguas del sistema.

- Depósito Mediana Minería:
 - Estudio Depósito Pequeña Minería.
 - Máxima acidez potencial y geoquímica del relave.

- Depósito Gran Minería:
 - Estudio Depósito Mediana Minería.
 - Mineralogía del relave.
 - Potencial de generación de drenaje ácido del relave.

La impermeabilización de un depósito de relaves tiene un costo promedio de 5 USD por metro cuadrado impermeabilizado y 2 USD por la instalación, dando un total de 7 USD. Para el caso de la pequeña minería en función a los límites hoy establecidos, el costo de la impermeabilización del depósito es de 50 MCLP, poco más de la mitad de lo que hoy se cobra por el desarrollo de una Declaración de Impacto Ambiental, valores cotizables para este sector de la minería.

Por otro lado, la ley establece que en zonas rurales la distancia mínima para la ejecución de cualquier proyecto que sea susceptible a causar impacto ambiental de 5 kilómetros hacia centros poblados, cursos o masas de agua.

Con estos antecedentes es posible establecer facilidades como la no obligatoriedad de solicitar la evaluación por parte del SEA durante el desarrollo de un proyecto para la pequeña minería, estableciéndolos como obligatorios la impermeabilización del depósito y los estudios respectivos acorde a la categorización de depósitos de relave mencionada anteriormente.

Con la metodología mencionada, es posible asegurar la existencia de la información de estabilidad química necesaria para el diseño del cierre, abaratando así los costos asociados a este proceso y los recursos utilizados.

4.3.6. Screening y Scoping

El término de Screening es parte del proceso de toma de decisiones ambientales que da comienzo durante las primeras etapas del desarrollo de una propuesta, el cual determina si una propuesta de desarrollo requiere una evaluación ambiental, y de ser así, cuál debe ser el nivel de detalle y evaluación apropiado. El término de Screening posee muchas definiciones establecidas por diferentes Instituciones y autores desde 1992, Sandler (1996) lo define como un proceso que implica determinar si una propuesta individual (proyecto, programa, política, etc.) requiere de una evaluación ambiental adicional y, de ser así, cual es el nivel de detalle que debe implicar la evaluación [46]. En la **Tabla 17** es posible apreciar las diferentes definiciones establecidas por algunas Instituciones.

Tabla 17. Definiciones de Screening.

Screening			
International Finance Corporation (IFC, 1998)	United Nations Environment Program (UNEP, 1996)	International Association of Impact Assessment (IAIA, 1999)	Wood (2000):
“Evaluación ambiental de cada operación propuesta para determinar la extensión y el tipo de evaluación ambiental apropiados” [47].	“El proceso de determinar si una propuesta individual requiere o no una evaluación ambiental detallada y el nivel de evaluación que debería ocurrir” [48].	“Para determinar si una propuesta debe estar sujeta o no a una evaluación de impacto ambiental (EIA) y, de ser así, con qué nivel de detalle” [49].	“Decidir si la naturaleza de la acción y sus probables impactos son tales que deben someterse a una evaluación ambiental” [50].

Cabe mencionar en función a las definiciones mencionadas, que el screening es un proceso que toma significancia en una etapa temprana durante el desarrollo de un proyecto y ésta comprende dos aspectos importantes, el primero es determinar si la propuesta o proyecto requiere o no, de una evaluación ambiental. En el caso de que la respuesta sea positiva y requiera una evaluación ambiental, el siguiente paso es determinar el nivel de detalle y exigencia de la evaluación ambiental. En resumen, la autoridad competente decide, sobre la base del resultado del proceso de screening y en colaboración con los órganos administrativos pertinentes, sobre la necesidad de realizar un EIA.

Un aspecto fundamental del screening es la interpretación de si los posibles efectos de una propuesta o proyecto pueden ser significativos, es por esto que este proceso debe de tener en cuenta la alineación de la propuesta con las políticas y planes existentes, la escala del desarrollo propuesto, la intensidad e importancia de los impactos potenciales, con el fin de determinar de manera confiable la decisión entre rechazar de plano, requerir una evaluación ambiental adicional o simplemente mantenerse exenta del proceso.

En esta etapa es importante tener en cuenta la dificultad de establecer una definición objetiva de efectos significativos, la cual se ve fuertemente influenciada por el contexto social, económico, político y biofísico. La UNEP (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) el año

1996 establece una guía para la información requerida durante el proceso de screening en propuestas en desarrollo, que en resumen debe presentar [51]:

- El nombre del proponente;
- Información de antecedentes relevante sobre el proponente;
- Una descripción de la propuesta;
- La necesidad de la propuesta;
- Tipos de procesos que podrían utilizarse (por ejemplo, procesos técnicos, medios de transporte, enfoques para la participación de las partes interesadas);
- Las fuentes y cantidades de materia prima y suministros necesarios;
- Posibles nuevos requisitos de infraestructura / servicios sociales (por ejemplo, energía, suministro de agua, vivienda, transporte, educación, hospital);
- La fuente de financiación;
- Un resumen de la planificación u otras investigaciones ya realizadas;
- Políticas, leyes o pautas relevantes;
- Una indicación de cómo encaja la propuesta en cualquier programa o política más amplia;
- El tiempo de implementación / construcción y operaciones iniciales;
- La vida esperada de la propuesta;
- Una descripción del entorno receptor, incluidos los componentes biofísicos, sociales y económicos (por ejemplo, calidad del aire y del agua, datos demográficos, niveles de alfabetización, actividades económicas);
- Una indicación inicial de los posibles impactos ambientales de la propuesta (por ejemplo, generación de desechos, impactos en la salud humana, ruido, oportunidades de empleo);
- Una indicación de cualquier alternativa viable o prudente a la propuesta.

El screening juega un papel importante en EIA al determinar si una propuesta requiere o no una evaluación ambiental y, de ser así, qué nivel de evaluación es apropiado. Sin embargo, existe la necesidad de asegurar que el screening permanezca claramente diferenciado del alcance y de una evaluación ambiental completa para reducir la carga de los administradores y mejorar la efectividad y eficiencia del proceso de evaluación ambiental. Debido a esto, el proceso de screening debería de establecerse previa a la solicitud de SEIA.

Por otro lado, el término Scoping es incorporado por primera vez legalmente en Estados Unidos el año 1978 dentro del National Environmental Policy Act. En la **Tabla 18** se presentan diferentes definiciones que utilizan diferentes órganos ambientales de reconocida solvencia en la actualidad.

Tabla 18. Definiciones de Scoping.

Scoping			
Comisión de EIA, Netherlands	Environment Agency, UK	Department for International Development (DFID)	Canadian Environment Assessment Agency
Actividad que tiene el objetivo de establecer las especificaciones del estudio para cada Evaluación de Impacto Ambiental	El Scoping proporciona un enfoque para la evaluación ambiental, identificando los impactos significativos que han de considerarse y asegura que estos son tratados con la profundidad adecuada	El propósito del Scoping es identificar los impactos ambientales más significativos, así como el tiempo y la extensión que su análisis requiere, las fuentes de información y la recopilación de datos	El Scoping establece los límites de la evaluación ambiental, los elementos del proyecto que han de ser considerados e incluidos y los componentes del medioambiente que pueden verse afectados y como han de ser tratados en el estudio, enfocando así la evaluación de los impactos relevantes y sus efectos

Para afrontar con garantías el proceso de Scoping existen diferentes procedimientos, los cuales coinciden en distintos aspectos que son presentados a continuación:

- Preparación de un informe preliminar definiendo la actividad y sus posibles efectos.
- Notificación e información a las partes interesadas. Recepción de respuestas, sugerencias y alegaciones.
- Determinación de:
 - Alternativas a considerar
 - Factores Ambientales
 - Profundidad del Estudio
- Emisión de Directrices específicas para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.

Debido al gran número de participantes de formación, intereses y procedencia por definiciones dispares, se hace necesaria que la organización de este proceso para evitar así la inoperatividad y falencias dentro del mismo. En respuesta a este problema, el *Council on Environment Quality* que es una división de la Oficina Ejecutiva del presidente de los Estados Unidos, establece pautas para organizar de mejor manera este proceso, enumeradas a continuación:

1. Empiece las consultas después de disponer de información suficiente para la actuación propuesta.
2. Prepare un paquete de información suficiente pero no excesiva.
3. Diseñe un proceso de consultas específico para cada actuación.
4. Emita un anuncio público.
5. Planifique y dirija cuidadosamente todas las reuniones públicas.
6. Desarrolle un plan para incorporar todos los comentarios que se reciban.
7. Asigne o haga llegar de forma precisa y concisa las tareas del Estudio de Impacto Ambiental.

Es importante destacar la importancia que se le confiere a la participación ciudadana, idea que es apoyada y fomentada por las Naciones Unidas en la Reunión de Río de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Los principales objetivos que propone conseguir este proceso son:

- Caracterización del proyecto.
- Caracterización básica del medio ambiente.
- Identificación de impactos.
- Evaluación de la importancia de los impactos o de su carácter significativo o relevante.

Diferentes autores han analizado estudios de impacto ambiental que no han sido sometidos al proceso de Scoping, rescatando las opiniones más frecuentes [51]:

- El EIA se presenta voluminoso, detallado y con gran cantidad de documentos que aportan datos innecesarios y a veces incomprensibles.
- Los aspectos significativos no se identifican a lo largo del EIA o pueden ser identificados demasiado tarde suponiendo unos costes adicionales importantes.
- Los aspectos irrelevantes no son eliminados produciéndose una pérdida considerable de tiempo y recursos.
- La presentación de impactos y la información ambiental facilitada peca de sectorial e incluso de exposición literal de catálogos generales.

La garantía del proceso la establece el designar a personas de reconocida experiencia y solvencia técnica y científica para la evaluación de este proceso, de lo cual se obtienen los siguientes beneficios:

- Tratamiento de los impactos significativos, de forma adecuada y con la calidad suficiente.
- Incorporación de todas las alternativas posibles, en relación con la localización y procesos, asegurando así una correcta toma de decisiones.
- Inclusión de toda legislación que fuese de aplicación al proyecto o actividad propuesta.
- Fomento de la participación de las distintas administraciones, partes interesadas y público en general.
- Una mayor calidad del EIAs en términos de:
 - Estructura clara
 - Extensión adecuada
 - Conclusiones asimilables por la práctica totalidad de la comunidad.

En la actualidad, es ampliamente aceptado que el Scoping sirve para garantizar que los impactos ambientales pertinentes sean cubiertos en informes de EIA y es un hecho que, en los países con sistemas de evaluación ambiental más consolidados, el proceso da la posibilidad a cualquier persona involucrada a participar en la evaluación del EIA desde su comienzo, lo que conlleva a diseños finales de los proyectos con mayor porcentaje de aprobación.

Finalmente, tanto el proceso de Screening como el de Scoping han servido a potencias mundiales como EE.UU, Australia, Canadá y Sudáfrica, quienes tienen la posibilidad de utilizar uno o ambos métodos para determinar la necesidad de un estudio de impacto ambiental y así poder establecer límites con respecto al estudio. En la **Tabla 19** se aprecia que al menos uno de estos procesos de evaluación es utilizado por los países mineros de mayor desarrollo en la actualidad mencionados anteriormente.

Tabla 19. Proceso de Screening y Scoping en diferentes países mineros.

País	Screening	Scoping
Chile	NO	NO
Perú	NO	NO
EE.UU.	SI	SI
Australia	NO	SI
Canadá	SI	SI
México	NO	NO
Reino Unido	SI	SI
Sudáfrica	NO	SI
Brasil	NO	NO
Bolivia	NO	NO
Argentina	SI	SI

5. Conclusión

La Comisión Chilena del Cobre realiza anualmente la proyección nacional de producción de cobre para los próximos diez años, este estudio se basa en el desenvolvimiento futuro de las operaciones actuales y en la condicionalidad de materialización de los proyectos mineros. Para el año 2031 el país muestra un incremento del 22,6% con respecto a la producción real del año 2019, sin embargo las miradas están principalmente puestas al desarrollo de la Gran Minería del Cobre, debido a que representan al 96,6% de la producción total nacional. La pequeña minería por otro lado, con un 0,9% de la producción nacional está restringido a su desarrollo debido a diferentes problemas de índole legislativo, organizacionales, económicos y técnicos.

En primer lugar la legislación en cuanto a tipología de ingreso al SEIA establece límites que hoy en día para el desarrollo de la pequeña minería, hace insostenible para cualquier proyecto. Es claro observar que ante una caída brusca en el precio del cobre, los principales afectados para la flotabilidad de sus proyectos son los empresarios de la pequeña minería, observando cierre de faenas y disminución del desarrollo de este grupo no menos importante de la minería nacional. Como se desarrolló en el trabajo, es necesario un aumento de las cinco mil toneladas por mes de producción como límite para la obligatoriedad de ingresar al sistema de evaluación de impacto ambiental, puesto principalmente a la actualización y optimización de tecnologías involucradas en el proceso. Al doblar este límite es posible desarrollar económicamente a la pequeña minería nacional dando gran holgura al momento de crisis económicas evitando así el cierre total de faenas e impulsando su desarrollo.

La revisión de los requerimientos de permisos ambientales que para el caso de los depósitos de relaves mineros en específico dentro del código de aguas, es contradictorio puesto que la restricción de 50.000 m³ de capacidad del depósito no establece relación con las 5.000 toneladas mensuales de procesamiento, principalmente por los 1,6 años de operación restringida para el depósito y la demora de 1,5 años en promedio para una respuesta final por parte de las entidades reguladoras. Esto obliga a la pequeña minería mantener constantemente tramitaciones para permisos ambientales para el desarrollo de depósitos de relaves haciendo insostenible en algunos casos el progreso de este grupo minoritario.

Dentro del proceso de Evaluación Ambiental que llevan a cabo los diferentes proyectos desarrollados a nivel nacional, para el caso de los depósitos de relaves existen dos Servicios encargados de evaluar diferentes ejes temáticos, el SERNAGEOMIN y la DGA están encargados de evaluar de igual forma 8 de los 11 estudios, esto provoca tanto posibles discrepancias en cuanto a la resolución de estos permisos como aumentos en el plazo para dar respuesta ante la solicitud de inicio del proyecto. El establecer responsabilidades únicas para solo un servicio o separar la categoría de proyectos mineros establecerían mejores resultados en cuanto al tiempo para dar respuesta a las solicitudes optimizando de manera considerable el proceso.

Los altos costos que involucra el ingresar al SEIA, que en algunos casos alcanzan las 3000 UF, es un problema que afecta principalmente a la economía y desarrollo de la pequeña minería, y que tiene relación directa con la cantidad de permisos ambientales que en la actualidad están, en su

mayoría, obligados a solicitar al momento de comenzar con un proyecto de depósito de relaves. Dar mayor holgura dentro de la legislación para la pequeña minería otorga mejores oportunidades de desarrollo al momento de no estar obligados a realizar un informe de declaración o estudio de impacto ambiental para el inicio del proyecto, costo que hoy en día se traduce en el 40% del total de la inversión.

Es necesaria la actualización del DS N°248, estableciendo categorías para la Pequeña, Mediana y Gran Minería del país, así es posible instaurar estudios específicos para cada grupo, definiendo la información técnica mínima necesaria para cada tipo de depósito, contribuyendo a una optimización del proceso en cuanto a costos, uso de recursos y tiempo involucrado, asegurando que la información necesaria para el diseño de cierre existe.

La propuesta de implementación de procesos previos a la Evaluación de Impacto Ambiental, Scoping y Screening, ayudan a la categorización de los proyectos y a evaluar realmente aquellos que son susceptibles a generar impacto ambiental al momento de su desarrollo de aquellos que en función a donde se localiza, la tecnología utilizada, el tipo de proceso involucrado, entre otros, no lo hacen. Estos procesos permiten garantizar que los impactos ambientales pertinentes son desarrollados dentro de la EIA, lo que conlleva a menos tiempo de tramitación y mayor porcentaje de aprobación de proyectos.

Finalmente es necesario señalar que el proceso que lleva a cabo Chile para la evaluación de impactos ambientales producidos por los proyectos a desarrollar en el país destaca en comparación a los demás países de estudio, debido a su transparencia, la facilidad en la obtención de la información y al detalle de esta, sin embargo la burocracia implementada, la poca actualización de la legislación que regula este mercado y la falta de procesos previos para mejorar la categorización de los proyectos que deben de estar sujetas a una EIA e identificar de forma particular los impactos significativos de cada proyecto, han provocado problemas que en la actualidad afectan de manera directa los empresarios de la Pequeña Minería del país y su desarrollo, siendo posible una optimización del proceso en general al replicar las buenas prácticas implementadas por las potencias mineras de estudio y actualizando las restricciones establecidas en legislación en función a la tecnología actual.

6. Bibliografía

- [1] Comisión Chilena del Cobre, Anuario de estadísticas del cobre y otros metales, [En línea]. Disponible en: <https://www.cochilco.cl/Lists/Anuario/Attachments/23/AE2019WEB.pdf>. [Último acceso: 19 de Octubre 2020].
- [2] Subdepartamentos de Información Comercial y de Gestión del Conocimiento del Departamento de Estudios de la Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales, Comercio Exterior de Chile enero-marzo 2019, Ministerio de Relaciones Exteriores, Chile, 2019.
- [3] Comisión Chilena del Cobre, Proyección de la producción de cobre en Chile 2020 – 2031, Santiago, Chile, 2020.
- [4] Servicio Nacional de Geología y Minería, Anuario de la Minería de Chile 2019, Santiago, Chile, 2019.
- [5] Ministerio de Minería, «Ley-16624/1967, con modificaciones, Artículo N°1» Santiago, 1990.
- [6] Comisión Chilena del Cobre, Monitoreo de variables e indicadores relevantes de la mediana y pequeña minería chilena, DEPP 26/2016, Santiago, Chile, 2016.
- [7] Servicio Nacional de Geología y Minería, Preguntas frecuentes sobre relaves, [En línea]. Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/01/Preguntas-frecuentes-sobre-relaves.pdf>. [Último acceso: 27 Octubre 2020].
- [8] De la Maza, C.L. NEPA's Influences in Developing Countries: The Chilean Case. Environmental Impact Assessment Review. 21:169-179, 2001.
- [9] Servicio de Evaluación Ambiental, «sea.gob.cl» [En línea]. Disponible en: <https://www.sea.gob.cl/sea/quienes-somos>. [Último acceso: 27 Octubre 2020].
- [10] Decreto Supremo N°248 Reglamento para la aprobación de proyectos de diseño, construcción operación y cierre de los depósitos de relaves, Santiago, Chile, 2007.
- [11] Ley N°19.300 Sobre las Bases Generales del Medio Ambiente, Santiago, Chile, 1994.
- [12] Decreto Supremo N°50 Que aprueba reglamento a que se refiere el artículo 295 inciso 2°, del Código de Aguas (Obras Mayores), Santiago, Chile, 2015.
- [13] Decreto Supremo N°40 El Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, Santiago, Chile, 2012.
- [14] Ley N° 28.611: Ley General del Ambiente. Congreso de la República. Lima, Perú, 15-oct 2005.
- [15] Ministerio de Energía y Minas. Aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería. DS N°014-1992-EM. Lima, Perú, 03-jun-1992.

- [16] Federal Mine Safety & Health Act of 1977 (Mine Act). Division of Mine Safety and Health, Department of Labor. Washington, EEUU, 9-nov-1977.
- [17] Federal Land Policy and Management Act, 1976 (FLPMA). Bureau of Land Management. Denver, EEUU, 21-oct-1976.
- [18] Department of Mines. Mining Regulations 1981. Western Australia, Australia, 13-nov-1981.
- [19] Act N°91 of 1999: Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999 (EPBC Act). Department of the Environment and Energy. Sídney, Australia, 16-jul-1999.
- [20] Department of Mines. Mines Safety and Inspection Regulation 1995. Western Australia, Australia, 8-dic-1995.
- [21] Constitution Act., Canadá, 29 de marzo de 1867- 1982.
- [22] Mining Act, R.S.O. 1990, c. M.14. Ontario, Canadá, 1990.
- [23] Mining Act, M-13.1. Quebec, Canadá, 1-mar-1989.
- [24] Nuclear Safety and Control Act, S.C. 1997, c. 9. Ottawa, Canadá, 20-mar-1997.
- [25] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003. Ciudad de México, México, 17-sep 2003.
- [26] Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Secretaria de Servicios Parlamentarios. Ciudad de México, México, 8-ene-2015.
- [27] Mines and Quarries Act 1969 c.10. Londres, Reino Unido, 27-mar-1969.
- [28] Mines and Quarries Regulations 1971, N°1377. Londres, Reino Unido, 1-oct-1971.
- [29] Environmental Protection Act 1990 c.43. Londres, Reino Unido, 1-nov-1990.
- [30] Health and Safety 1999, N°2024. Londres, Reino Unido, 29-dic-1999.
- [31] Reservoirs Act 1975 c.23. Londres, Reino Unido, 8-may-1975.
- [32] Water Act 1989 c.15. Londres, Reino Unido, 6-jul-1989.
- [33] Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio de Asuntos Ambientales. Ciudad del Cabo, Sudáfrica, 4-dic-2014.
- [34] Ley de Desarrollo de Recursos Minerales y Petrolíferos N°28 de 2002 (MPRDA). Government Gazette. Ciudad del Cabo, Sudáfrica, 10-oct-2002.
- [35] Ministerio de Minas y Energía. Aprueba el Reglamento del Código de Minería. DTO-62.934: Of 1968. Brasilia, Brasil, 2-jul-1968.
- [36] Ministerio de Minas y Energía. Ley N°12.334 del 20 de septiembre de 2010, que establece la Política Nacional de Seguridad de Presas - PNSB. DTO-70.389: Of 2017. Brasilia, Brasil, 17-may-2017.

- [37] Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Reglamento Ambiental Para las Actividades Mineras (RAAM). DS N°24.782: Of 1997. La Paz, Bolivia, 31-jul-1997.
- [38] Ley N°1.333: Ley del Medio Ambiente. Congreso Nacional. La Paz, Bolivia, 15-jun-1992.
- [39] Ministerio de Economía y Obras Públicas. Aprobación de normas para la protección ambiental de la actividad minera. DTO-931: Of 2007. Santa Cruz, Argentina, 12-jun-2007.
- [40] Ley N°24.585: Modificación al Código de Minería. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Buenos Aires, Argentina, 24-nov-1995.
- [41] Ley N°1.919: Código de Minería. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Buenos Aires, Argentina, 25-nov-1886.
- [42] Del Fávero, G., & Katz, R. Gestión ambiental en Chile. La Transformación Económica de Chile, Santiago de Chile, 2001.
- [43] Jorge Lira G. SERIE INFORME ECONÓMICO. Revisión y Propuestas para el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de Chile. Santiago de Chile, 2017.
- [44] Ministerio de Minería, «Ley 20.551 Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras» Santiago, 2011.
- [45] Empresa Nacional de Minería, Programa de reconocimiento de recursos y/o reservas y planificación minera. «enami.cl» [En línea]. Disponible en: http://www.enami.cl/api/descarga?f=/Archivos/Bases%20Visadas%20N%C2%B042%2020%201%20Bases%20Concurso%20Proyectos%20Reconocimiento%20Recursos_Reservas_%202020.pdf. [Último acceso: 27 Octubre 2020].
- [46] Sadler, B. Environmental Assessment in a Changing World: Evaluating Practice to Improve Performance, Final report of the international study of the effectiveness of environmental assessment, International Association for Impact Assessment, Canadian Environmental Assessment Agency, Ottawa, Canada, 1996.
- [47] IFC International Finance Corporation, Operational Policies: OP 4.10, Environmental Assessment, 1998. «<http://www.ifc.org/>» [En línea]. Disponible en: https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/8fbad499-03f6-4903-a586-d180e34a73f0/OP401_EnvironmentalAssessment.pdf?MOD=AJPERES&CVID=jqeAUET. [Último acceso: 15 Octubre 2020].
- [48] UNEP. The Environmental Impact Assessment Training Resource Manual: Preliminary Version, June 1996, United Nations Environment Programme, 1996.
- [49] International Association for Impact Assessment & International Energy Agency,) Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice, 1999. «<http://www.iaia.org>» [En línea]. Disponible en: https://www.iaia.org/uploads/pdf/principlesEA_1.pdf. [Último acceso: 17 Octubre 2020].

[50] Wood, C. Screening and scoping, In: Lee. N. & George, C. (eds) Environmental Assessment in Developing and Transitional Countries. John Wiley and Sons (Ltd). 71-83 pp., 2000.

[51] Carter, Larry W. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. McGraw-Hill, 1999.

[52] Carvajal, Meili I, Desarrollo de una metodología para el análisis de estabilidad física de depósitos de relaves. Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2018.

7. Anexos

7.1. Anexo 1

Información solicitada al momento de presentar un BIA:

1. Título y ubicación del proyecto.
2. Información del proponente.
3. Fechas propuestas del proyecto.
4. Número de archivo del proyecto interno.
5. Descripción del proyecto.
6. Componentes valorados que pueden ser afectados.
7. Análisis de efectos.
8. Medidas de mitigación.
9. Participación ciudadana / de las partes interesadas y consulta a los aborígenes.
10. Significado de los efectos adversos residuales.
11. Programa de vigilancia.
12. Seguimiento.
13. Notificación de la ley de especies en riesgo.
14. Expertos consultados
15. Decisión
16. Recomendación y aprobación
17. Referencias
18. Sistema nacional de seguimiento de la evaluación de impacto

7.2. Anexo 2

El Estudio de Impacto Ambiental Detallado posee una orientación gubernamental para la aplicación de este análisis como se muestra a continuación:

Los siguientes criterios están destinados a orientar al superintendente de la unidad de campo, al director de una vía fluvial y al vicepresidente asociado de gestión de activos y ejecución de proyectos a la hora de considerar si un proyecto propuesto debe someterse a una DIA. La lista indica los tipos de proyectos y los posibles efectos adversos que pueden justificar una DIA; sin embargo, se reconoce que cada decisión se basará en una serie de consideraciones específicas del proyecto y del sitio. Nota: esta lista se desarrolló para proporcionar orientación para parques nacionales y sitios históricos, y puede ampliarse para reflejar mejor los proyectos y actividades potenciales dentro de las áreas nacionales de conservación marina.

- Proyectos que involucren la expansión de los límites o límites de crecimiento de la comunidad, arrendamiento nuevo o ampliado o licencia de límites de ocupación, u otros cambios importantes en la tenencia de uso de la tierra o acuerdos que no sean consistentes con los planes comunitarios existentes o estén aprobados en ellos.
- Proyectos que involucren la expansión del suministro de energía regional o comunitario, derechos de paso nuevos o expandidos, líneas eléctricas, tuberías u otra infraestructura de servicios públicos regionales
- Planes o proyectos para nuevos desarrollos, expansiones o cambios sustanciales en el uso asociados con complejos turísticos y alojamiento, campamentos, campos de golf, áreas de esquí, muelles y marinas, y otras instalaciones recreativas al aire libre.
- Proyectos que probablemente resulten en una alteración sustancial del nivel, flujo o régimen de manejo del agua en un cuerpo de agua, o que resulten en otros cambios importantes en los recursos de aguas superficiales o subterráneas.
- Proyectos que involucren caminos nuevos o expandidos, incluyendo servicio operativo o caminos de acceso o estructuras de cruce.
- Proyectos que involucren la modificación o reconfiguración permanente y sustantiva del terreno en ambientes alpinos, ribereños, humedales o acuáticos, en terrenos inestables u otros ambientes sensibles
- Proyectos que puedan alterar la composición, la estructura o el proceso a nivel del ecosistema, lo que resultará en un deterioro de la función del ecosistema
- Proyectos que amenacen la persistencia continua de una población de especies nativas, ya sea directamente o mediante la alteración del hábitat
- Proyectos que puedan cambiar la naturaleza y la experiencia de componentes únicos, icónicos o valorados de otra manera, característicos de la naturaleza, el entorno natural o la importancia histórica y cultural de un lugar patrimonial protegido.

- Proyectos en los que los efectos sobre los recursos culturales pueden incluir cambios en los elementos que definen el carácter y que transmiten valor patrimonial, de manera que el recurso se modifique claramente o se altere, elimine o destruya totalmente.
- Proyectos que puedan afectar negativamente los valores ecológicos o naturales o la sostenibilidad de los recursos ambientales de otra jurisdicción.
- Proyectos que puedan generar un interés significativo o controversias entre el público, las partes interesadas o los pueblos indígenas relacionados con los posibles efectos adversos sobre los recursos naturales o culturales o componentes del medio ambiente críticos para los objetivos clave de la experiencia del visitante.

7.3. Anexo 3

Flujos Caja y VAN (5000 tpm a 720 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		1672,40	1672,40	1672,40	1672,40	1672,40	1672,40	1672,40	1672,40	1672,40	1672,40
Costos		-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09
Intereses		-50,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											516,67
Utilidad antes de impuesto		75,31	125,31	125,31	125,31	125,31	125,31	125,31	125,31	125,31	641,97
Impuesto		12,80	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	21,30	109,14
Utilidad después de impuesto		62,51	104,01	104,01	104,01	104,01	104,01	104,01	104,01	104,01	532,84
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	101
Ganancia Capital											-516,67
Flujo Caja Operacional [US\$M]		162,51	204,01	204,01	204,01	204,01	204,01	204,01	204,01	204,01	117,17
Inversión	-1000										
Prestamos	500										
Amortizaciones		-81,90	-90,09	-99,10	-109,01	-119,91					
Valor Residual											700
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-500	-81,90	-90,09	-99,10	-109,01	-120	0	0	0	0	700
Flujo Caja Total [US\$M]	-500	80,61	113,92	104,91	95,00	84,10	204,01	204,01	204,01	204,01	817,17
VAN	\$ 579,93										
TIR	25,15%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]		5000			
Mineralogía	Cu ins [%]		Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley		1,2		25	0,05
R[%]		89		80	75
Mineralogía	Cpy		Bo	Cs	
Lc [%]		20-25		28-35	38
Costo Planta [CLP\$]		20000		100000000	
Costo Administración [CLP\$]		10000000		100000000	
Costo Relave [CLP\$/t]		1000		4753000	
Tarifa Máquila [\$/t]		23000		5837634,6	
Mineral anual [kt]		60			
Cu fino anual [kt]		0,64			
Ag fino anual [t]		1,2			
Au fino anual [t]		0,0023			
Ingresos Totales [US\$M]		139,37		1672,40	
Costos Totales [CLP\$M]		120,59		1447,09	
Inversión inicial [CLP]		1000000000			
	inversion inicial		Valor Residual	Vida útil	
Terreno		200			
Equipo		250		40	10
Planta		550		50	15
	Depreciación		Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos		25		100	0
Plantas		36,66666667		600	183,33
Total		61,66666667		700	183,33
Inversión total		1000			
Deuda Inicial	Cuota		Interés	Amortización	Deuda Final
	500	131,90		50,00	81,90
	418,10	131,90		41,81	90,09
	328,01	131,90		32,80	99,10
	228,92	131,90		22,89	109,01
	119,91	131,90		11,99	119,91
					0

Flujos Caja y VAN (5000 tpm a 650 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		1689,99	1689,99	1689,99	1689,99	1689,99	1689,99	1689,99	1689,99	1689,99	1689,99
Costos		-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09
Intereses		-50,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											516,67
Utilidad antes de impuesto		92,91	142,91	142,91	142,91	142,91	142,91	142,91	142,91	142,91	659,57
Impuesto		15,79	24,29	24,29	24,29	24,29	24,29	24,29	24,29	24,29	112,13
Utilidad después de impuesto		77,11	118,61	118,61	118,61	118,61	118,61	118,61	118,61	118,61	547,45
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-516,67
Flujo Caja Operacional [US\$M]		177,11	218,61	218,61	218,61	218,61	218,61	218,61	218,61	218,61	130,78
Inversión	-1000										
Prestamos	500										
Amortizaciones		-81,90	-90,09	-99,10	-109,01	-119,91					
Valor Residual											700
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-500	-81,90	-90,09	-99,10	-109,01	-120	0	0	0	0	700
Flujo Caja Total [US\$M]	-500	95,21	128,52	119,52	109,61	98,70	218,61	218,61	218,61	218,61	830,78
VAN	\$ 669,30										
TIR	27,60%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	5000			
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley		1,2	25	0,05
R[%]		89	80	75
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs	
Lc [%]	20-25	28-35	38	
Costo Planta [CLP\$]	20000	100000000		
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000		
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	4753000		
Tarifa Máquila [\$ /t]	23000	5837634,6		
Mineral anual [kt]	60			
Cu fino anual [kt]	0,64			
Ag fino anual [t]	1,2			
Au fino anual [t]	0,0023			
Ingresos Totales [US\$M]	140,83	1689,99		
Costos Totales [CLP\$M]	120,59	1447,09		
Inversión inicial [CLP]	1000000000			
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil	
Terreno	200			
Equipo	250	40	10	
Planta	550	50	15	
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos	25	100	0	100
Plantas	36,66666667	600	183,33	416,67
Total	61,66666667	700	183,33	516,67
Inversión total	1000			
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final
	500	131,90	81,90	418,10
	418,10	131,90	90,09	328,01
	328,01	131,90	99,10	228,92
	228,92	131,90	109,01	120
	119,91	131,90	119,91	0

Flujos Caja y VAN (5000 tpm a 800 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		1653,33	1653,33	1653,33	1653,33	1653,33	1653,33	1653,33	1653,33	1653,33	1653,33
Costos		-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09	-1447,09
Intereses		-50,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											516,67
Utilidad antes de impuesto		56,24	106,24	106,24	106,24	106,24	106,24	106,24	106,24	106,24	622,91
Impuesto		9,56	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	18,06	105,89
Utilidad después de impuesto		46,68	88,18	88,18	88,18	88,18	88,18	88,18	88,18	88,18	517,01
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-516,67
Flujo Caja Operacional [US\$M]		146,68	188,18	188,18	188,18	188,18	188,18	188,18	188,18	188,18	100,35
Inversión	-1000										
Prestamos	500										
Amortizaciones		-81,90	-90,09	-99,10	-109,01	-119,91					
Valor Residual											700
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-500	-81,90	-90,09	-99,10	-109,01	-120	0	0	0	0	700
Flujo Caja Total [US\$M]	-500	64,78	98,09	89,08	79,17	68,27	188,18	188,18	188,18	188,18	800,35
VAN	\$ 482,32										
TIR	22,51%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	5000				
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]		
Ley	1,2	25	0,05		
R[%]	89	80	75		
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs		
Lc [%]	20-25	28-35	38		
Costo Planta [CLP\$]	20000	100000000			
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000			
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	4753000			
Tarifa Máquila [\$/t]	23000	5837634,6			
Mineral anual [kt]	60				
Cu fino anual [kt]	0,64				
Ag fino anual [t]	1,2				
Au fino anual [t]	0,0023				
Ingresos Totales [US\$M]	137,78	1653,33			
Costos Totales [CLP\$M]	120,59	1447,09			
Inversión inicial [CLP]	1000000000				
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil		
Terreno	200				
Equipo	250	40	10		
Planta	550	50	15		
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital	
Equipos	25	100	0	100	
Plantas	36,66666667	600	183,33	416,67	
Total	61,66666667	700	183,33	516,67	
Inversión total	1000				
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final	
	500	131,90	50,00	418,10	
	418,10	131,90	41,81	328,01	
	328,01	131,90	32,80	228,92	
	228,92	131,90	22,89	120	
	119,91	131,90	11,99	0	

Flujos Caja y VAN (8000 tpm a 720 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		2696,31	2696,31	2696,31	2696,31	2696,31	2696,31	2696,31	2696,31	2696,31	2696,31
Costos		-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90
Intereses		-80,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											466,67
Utilidad antes de impuesto		271,41	351,41	351,41	351,41	351,41	351,41	351,41	351,41	351,41	818,08
Impuesto		46,14	59,74	59,74	59,74	59,74	59,74	59,74	59,74	59,74	139,07
Utilidad después de impuesto		225,27	291,67	291,67	291,67	291,67	291,67	291,67	291,67	291,67	679,01
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-466,67
Flujo Caja Operacional [US\$M]		325,27	391,67	391,67	391,67	391,67	391,67	391,67	391,67	391,67	312,34
Inversión	-1600										
Prestamos	800										
Amortizaciones		-131,04	-144,14	-158,56	-174,41	-191,85					
Valor Residual											760
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-800	-131,04	-144,14	-158,56	-174,41	-192	0	0	0	0	760
Flujo Caja Total [US\$M]	-800	194,24	247,53	233,12	217,26	199,82	391,67	391,67	391,67	391,67	1072,34
VAN	\$ 1.213,11										
TIR	31,37%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	8000			
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley	1,2	25	0,05	
R[%]	89	80	75	
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs	
Lc [%]	20-25	28-35	38	
Costo Planta [CLP\$]	20000	160000000		
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000		
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	7663000		
Tarifa Máquila [\$/t]	23000	9411696,6		
Mineral anual [kt]	96			
Cu fino anual [kt]	1,03			
Ag fino anual [t]	1,9			
Au fino anual [t]	0,0036			
Ingresos Totales [US\$M]	224,69	2696,31		
Costos Totales [CLP\$M]	187,07	2244,90		
Inversión inicial [CLP]	1600000000			
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil	
Terreno	320			
Equipo	400	40	10	
Planta	880	50	15	
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos	40	160	0	160
Plantas	58,67	600	293,33	306,67
Total	98,67	760	293,33	466,67
Inversión total	1600			
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final
	800	211,04	131,04	668,96
	668,96	211,04	144,14	524,82
	524,82	211,04	158,56	366,26
	366,26	211,04	174,41	192
	191,85	211,04	191,85	0

Flujos Caja y VAN (8000 tpm a 650 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		2724,68	2724,68	2724,68	2724,68	2724,68	2724,68	2724,68	2724,68	2724,68	2724,68
Costos		-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90
Intereses		-80,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											466,67
Utilidad antes de impuesto		299,79	379,79	379,79	379,79	379,79	379,79	379,79	379,79	379,79	846,46
Impuesto		50,96	64,56	64,56	64,56	64,56	64,56	64,56	64,56	64,56	143,90
Utilidad después de impuesto		248,82	315,22	315,22	315,22	315,22	315,22	315,22	315,22	315,22	702,56
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-466,67
Flujo Caja Operacional [US\$M]		348,82	415,22	415,22	415,22	415,22	415,22	415,22	415,22	415,22	335,89
Inversión	-1600										
Prestamos	800										
Amortizaciones		-131,04	-144,14	-158,56	-174,41	-191,85					
Valor Residual											760
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-800	-131,04	-144,14	-158,56	-174,41	-192	0	0	0	0	760
Flujo Caja Total [US\$M]	-800	217,79	271,08	256,67	240,81	223,37	415,22	415,22	415,22	415,22	1095,89
VAN	\$ 1.357,81										
TIR	34,01%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	8000			
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley		1,2	25	0,05
R[%]		89	80	75
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs	
Lc [%]	20-25	28-35	38	
Costo Planta [CLP\$]	20000	160000000		
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000		
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	7663000		
Tarifa Máquila [\$/t]	23000	9411696,6		
Mineral anual [kt]	96			
Cu fino anual [kt]	1,03			
Ag fino anual [t]	1,9			
Au fino anual [t]	0,0036			
Ingresos Totales [US\$M]	227,06	2724,68		
Costos Totales [CLP\$M]	187,07	2244,90		
Inversión inicial [CLP]	1600000000			
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil	
Terreno	320			
Equipo	400	40	10	
Planta	880	50	15	
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos	40	160	0	160
Plantas	58,67	600	293,33	306,67
Total	98,67	760	293,33	466,67
Inversión total	1600			
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final
	800	211,04	80,00	668,96
	668,96	211,04	66,90	524,82
	524,82	211,04	52,48	366,26
	366,26	211,04	36,63	192
	191,85	211,04	19,19	0

Flujos Caja y VAN (8000 tpm a 800 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		2665,57	2665,57	2665,57	2665,57	2665,57	2665,57	2665,57	2665,57	2665,57	2665,57
Costos		-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90	-2244,90
Intereses		-80,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											466,67
Utilidad antes de impuesto		240,68	320,68	320,68	320,68	320,68	320,68	320,68	320,68	320,68	787,34
Impuesto		40,92	54,52	54,52	54,52	54,52	54,52	54,52	54,52	54,52	133,85
Utilidad después de impuesto		199,76	266,16	266,16	266,16	266,16	266,16	266,16	266,16	266,16	653,50
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-466,67
Flujo Caja Operacional [US\$M]		299,76	366,16	366,16	366,16	366,16	366,16	366,16	366,16	366,16	286,83
Inversión	-1600										
Prestamos	800										
Amortizaciones		-131,04	-144,14	-158,56	-174,41	-191,85					
Valor Residual											760
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-800	-131,04	-144,14	-158,56	-174,41	-192	0	0	0	0	760
Flujo Caja Total [US\$M]	-800	168,72	222,02	207,61	191,75	174,31	366,16	366,16	366,16	366,16	1046,83
VAN	\$ 1.056,34										
TIR	28,54%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	8000			
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley	1,2	25	0,05	
R[%]	89	80	75	
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs	
Lc [%]	20-25	28-35	38	
Costo Planta [CLP\$]	20000	160000000		
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000		
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	7663000		
Tarifa Máquila [\$/t]	23000	9411696,6		
Mineral anual [kt]	96			
Cu fino anual [kt]	1,03			
Ag fino anual [t]	1,9			
Au fino anual [t]	0,0036			
Ingresos Totales [US\$M]	222,13	2665,57		
Costos Totales [CLP\$M]	187,07	2244,90		
Inversión inicial [CLP]	1600000000			
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil	
Terreno	320			
Equipo	400	40	10	
Planta	880	50	15	
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos	40	160	0	160
Plantas	58,67	600	293,33	306,67
Total	98,67	760	293,33	466,67
Inversión total	1600			
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final
	800	211,04	80,00	668,96
	668,96	211,04	66,90	524,82
	524,82	211,04	52,48	366,26
	366,26	211,04	36,63	192
	191,85	211,04	19,19	0

Flujos Caja y VAN (10000 tpm a 720 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		3378,92	3378,92	3378,92	3378,92	3378,92	3378,92	3378,92	3378,92	3378,92	3378,92
Costos		-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77
Intereses		-100,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											433,33
Utilidad antes de impuesto		402,15	502,15	502,15	502,15	502,15	502,15	502,15	502,15	502,15	935,49
Impuesto		68,37	85,37	85,37	85,37	85,37	85,37	85,37	85,37	85,37	159,03
Utilidad después de impuesto		333,79	416,79	416,79	416,79	416,79	416,79	416,79	416,79	416,79	776,45
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-433,33
Flujo Caja Operacional [US\$M]		433,79	516,79	516,79	516,79	516,79	516,79	516,79	516,79	516,79	443,12
Inversión	-2000										
Prestamos	1000										
Amortizaciones		-163,80	-180,18	-198,19	-218,01	-239,82					
Valor Residual											800
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-1000	-163,80	-180,18	-198,19	-218,01	-240	0	0	0	0	800
Flujo Caja Total [US\$M]	-1000	269,99	336,61	318,59	298,77	276,97	516,79	516,79	516,79	516,79	1243,12
VAN	\$ 1.635,48										
TIR	33,59%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	10000			
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley	1,2	25	0,05	
R[%]	89	80	75	
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs	
Lc [%]	20-25	28-35	38	
Costo Planta [CLP\$]	20000	200000000		
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000		
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	9603000		
Tarifa Máquila [\$/t]	23000	11794404,6		
Mineral anual [kt]	120			
Cu fino anual [kt]	1,28			
Ag fino anual [t]	2,4			
Au fino anual [t]	0,0045			
Ingresos Totales [US\$M]	281,58	3378,92		
Costos Totales [CLP\$M]	231,40	2776,77		
Inversión inicial [CLP]	2000000000			
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil	
Terreno	400			
Equipo	500	40	10	
Planta	1100	50	15	
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos	50	200	0	200
Plantas	73,33333333	600	366,67	233,33
Total	123,3333333	800	366,67	433,33
Inversión total	2000			
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final
	1000	263,80	100,00	836,20
	836,20	263,80	83,62	656,03
	656,03	263,80	65,60	457,83
	457,83	263,80	45,78	240
	239,82	263,80	23,98	0

Flujos Caja y VAN (10000 tpm a 650 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		3414,48	3414,48	3414,48	3414,48	3414,48	3414,48	3414,48	3414,48	3414,48	3414,48
Costos		-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77
Intereses		-100,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											433,33
Utilidad antes de impuesto		437,71	537,71	537,71	537,71	537,71	537,71	537,71	537,71	537,71	971,04
Impuesto		74,41	91,41	91,41	91,41	91,41	91,41	91,41	91,41	91,41	165,08
Utilidad después de impuesto		363,30	446,30	446,30	446,30	446,30	446,30	446,30	446,30	446,30	805,97
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-433,33
Flujo Caja Operacional [US\$M]		463,30	546,30	546,30	546,30	546,30	546,30	546,30	546,30	546,30	472,63
Inversión	-2000										
Prestamos	1000										
Amortizaciones		-163,80	-180,18	-198,19	-218,01	-239,82					
Valor Residual											800
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-1000	-163,80	-180,18	-198,19	-218,01	-240	0	0	0	0	800
Flujo Caja Total [US\$M]	-1000	299,50	366,12	348,10	328,28	306,48	546,30	546,30	546,30	546,30	1272,63
VAN	\$ 1.816,81										
TIR	36,28%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	10000			
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley	1,2	25	0,05	
R[%]	89	80	75	
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs	
Lc [%]	20-25	28-35	38	
Costo Planta [CLP\$]	20000	200000000		
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000		
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	9603000		
Tarifa Máquila [\$/t]	23000	11794404,6		
Mineral anual [kt]	120			
Cu fino anual [kt]	1,28			
Ag fino anual [t]	2,4			
Au fino anual [t]	0,0045			
Ingresos Totales [US\$M]	284,54	3414,48		
Costos Totales [CLP\$M]	231,40	2776,77		
Inversión inicial [CLP]	2000000000			
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil	
Terreno	400			
Equipo	500	40	10	
Planta	1100	50	15	
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos	50	200	0	200
Plantas	73,33333333	600	366,67	233,33
Total	123,3333333	800	366,67	433,33
Inversión total	2000			
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final
	1000	263,80	100,00	836,20
	836,20	263,80	83,62	656,03
	656,03	263,80	65,60	457,83
	457,83	263,80	45,78	240
	239,82	263,80	23,98	0

Flujos Caja y VAN (10000 tpm a 800 CLP el dólar)

Flujo de Caja	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		3340,40	3340,40	3340,40	3340,40	3340,40	3340,40	3340,40	3340,40	3340,40	3340,40
Costos		-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77	-2776,77
Intereses		-100,00									
Depreciación		-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Ganancia Capital											433,33
Utilidad antes de impuesto		363,63	463,63	463,63	463,63	463,63	463,63	463,63	463,63	463,63	896,97
Impuesto		61,82	78,82	78,82	78,82	78,82	78,82	78,82	78,82	78,82	152,48
Utilidad después de impuesto		301,82	384,82	384,82	384,82	384,82	384,82	384,82	384,82	384,82	744,48
Depreciación		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Ganancia Capital											-433,33
Flujo Caja Operacional [US\$M]		401,82	484,82	484,82	484,82	484,82	484,82	484,82	484,82	484,82	411,15
Inversión	-2000										
Prestamos	1000										
Amortizaciones		-163,80	-180,18	-198,19	-218,01	-239,82					
Valor Residual											800
Flujo Caja Capitales [US\$M]	-1000	-163,80	-180,18	-198,19	-218,01	-240	0	0	0	0	800
Flujo Caja Total [US\$M]	-1000	238,02	304,64	286,62	266,80	245,00	484,82	484,82	484,82	484,82	1211,15
VAN	\$ 1.439,03										
TIR	30,70%										
r	10%										

Capacidad de Procesamiento [tpm]	10000			
Mineralogía	Cu ins [%]	Ag [ppm]	Au [ppm]	
Ley		1,2	25	0,05
R[%]		89	80	75
Mineralogía	Cpy	Bo	Cs	
Lc [%]	20-25	28-35	38	
Costo Planta [CLP\$]	20000	200000000		
Costo Administración [CLP\$]	10000000	10000000		
Costo Relave [CLP\$/t]	1000	9603000		
Tarifa Máquila [\$/t]	23000	11794404,6		
Mineral anual [kt]	120			
Cu fino anual [kt]	1,28			
Ag fino anual [t]	2,4			
Au fino anual [t]	0,0045			
Ingresos Totales [US\$M]	278,37	3340,40		
Costos Totales [CLP\$M]	231,40	2776,77		
Inversión inicial [CLP]	2000000000			
	inversion inicial	Valor Residual	Vida útil	
Terreno	400			
Equipo	500	40	10	
Planta	1100	50	15	
	Depreciación	Valor Residual	Valor Libro	G o P Capital
Equipos	50	200	0	200
Plantas	73,33333333	600	366,67	233,33
Total	123,3333333	800	366,67	433,33
Inversión total	2000			
Deuda Inicial	Cuota	Interés	Amortización	Deuda Final
	1000	263,80	100,00	836,20
	836,20	263,80	83,62	656,03
	656,03	263,80	65,60	457,83
	457,83	263,80	45,78	240
	239,82	263,80	23,98	0