

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



Título

**RECONSIDERACIÓN DEL RANGO DEL PARÁMETRO POTENCIAL
HIDRÓGENO EN LOS EFLUENTES INDUSTRIALES MINERO-
METALÚRGICOS VERTIDOS EN LAGUNAS**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAGISTRA EN REGULACIÓN, GESTIÓN Y ECONOMÍA MINERA**

AUTORA

FIGURELLA VANESSA MINCHOLA CHIRINOS

ASESOR

BRUNO EDOARDO DEBENEDETTI LUJÁN

Febrero, 2020

ÍNDICE

	Página
Siglas y abreviaturas.....	iii
Resumen	v
Introducción	1
Capítulo 1: Estado del Arte	4
1.1 Ambiente y Empresa Minera: Ámbito Constitucional	4
1.2 Demanda hídrica de la actividad minera en Perú	5
1.3 Cuerpos de agua receptores de efluentes: Características de las lagunas.....	6
1.4 Medición de calidad de las lagunas: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Categorización	8
1.5 Lagunas como ecosistemas frágiles.....	10
1.6 Regulación de los efluentes minero-metalúrgicos	14
1.7 Potencial Hidrógeno (pH) en las lagunas	16
1.8 Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aplicables a la actividad minera	18
Capítulo 2: Problema de Investigación.....	23
2.1. Desarrollo de normativa ambiental	23
2.2. Legislación peruana y su aplicación en la realidad	25
2.3. Legislación Colombiana	36
2.4. Legislación Chilena	38
2.5. Legislación Canadiense	41
Capítulo 3: Análisis y Discusión	43
3.1. Aplicación del modelo normativo colombiano	43
3.2. Aplicación del modelo normativo chileno	45
3.3. Propuesta normativa	47
3.4. Criterio de Aplicación de la Realidad	50
3.5. Criterio de Flexibilidad y Proporcionalidad.....	52
3.6. Criterio de Protección Ambiental	52
3.7. Implementación de la propuesta normativa	53
Conclusiones	57
Bibliografía.....	59

Siglas y abreviaturas

ANA	Autoridad Nacional del Agua
Constitución del Perú	Constitución Política del Perú de 1993
EAT	Evaluación Ambiental Temprana
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
ECA para Agua	Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
IGA	Instrumento de Gestión Ambiental
INEI	Instituto Nacional de Estadísticas e Informática
LBA	Línea de Base Ambiental
LGA	Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente
LMP	Límites Máximos Permisibles
LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos	Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, el cual aprueba los “Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas”
LRH	Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos

LSEIA	Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
pH	Potencial hidrógeno
RLSEIA	Reglamento de la LSEIA, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM
RPAAM	Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, aprobado por Decreto Supremo N° 040-2014-EM
SEIA	Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
SENACE	Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles
TC	Tribunal Constitucional
TUO de la LPAG	Texto único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2019- JUS

Resumen

La minería, a lo largo del tiempo, ha sido parte importante del sector económico de nuestro país, es por ello, que el desarrollo de esta actividad ha sido fomentado por el estado. No obstante, es importante considerar los riesgos e impactos que ésta genera, así como los aspectos externos como el cambio climático.

Actualmente se cuenta con normativa como el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, que aprueba los “Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas”, sin hacer ningún tipo de distinción en la calidad del cuerpo de agua sobre el cual son vertidos, aun cuando se trate de lagunas.

Al respecto, es de destacar que es importante proteger a lagunas, debido a que estas son grandes reservas de agua; asimismo, son cuerpos que alojan ecosistemas en los que la biodiversidad se puede desarrollar y cumple un ciclo natural.

La norma de aplicación general señala que los efluentes minero-metalúrgicos deben encontrarse en un rango de 6 a 9 unidades de potencial hidrógeno mientras que existen cuerpos de agua cuyo valor natural se encuentra fuera de este rango.

En relación al problema antes planteado, se ha analizado la normativa actual y se ha encontrado que no existen instrumentos legales que permitan ajustar los Límites Máximos Permisibles de acuerdo a los ecosistemas frágiles como las lagunas. En ese sentido, es importante contar con una norma que se adecúe a este tipo de ecosistemas, la cual considere, de forma adicional, las características específicas del cuerpo receptor.

Es por ello que el objetivo principal del presente Trabajo de Investigación ha sido la propuesta de aplicación de criterios normativos sustantivos que sirvan para la determinación del parámetro potencial hidrógeno que debe ser considerado en los efluentes industriales minero-metalúrgicos vertidos en ecosistemas frágiles tales como lagunas.

Por tanto, la propuesta antes señalada se ha basado en determinar Límites Máximos Permisibles especiales aplicables para el rango de pH en los efluentes minero-metalúrgicos vertidos en las lagunas, considerando que se tratan de ecosistemas frágiles. Estos Límites Máximos Permisibles especiales deben encontrarse acorde al valor del parámetro potencial hidrógeno que posee cada laguna en la que los efluentes van a ser descargados y serán aplicados de manera excepcional; en ese sentido, en el caso de otros cuerpos de agua,

serán aplicables los Límites Máximos Permisibles aprobados para efluentes minero-metalúrgicos de forma general.

Respecto al enfoque metodológico aplicado a la presente investigación, se detalla que éste ha sido del tipo descriptivo con un enfoque regulatorio, hidrológico y comparativo. En primer lugar, se ha examinado la normativa actual peruana respecto al vertimiento de efluentes minero-metalúrgicos, haciendo un énfasis en los aciertos y falencias que posee.

Se ha abordado los modelos normativos de tres países en materia relacionada a los efluentes minero-metalúrgicos y se ha analizado si cuentan con una normativa especial para el caso de efluentes a ser vertidos en ecosistema frágiles como las lagunas.

Finalmente, se han desarrollado criterios de aplicación de la realidad, flexibilidad y proporcionalidad, así como de protección ambiental. El primer criterio se encuentra dirigido a identificar la calidad de la laguna a través de información confiable; el segundo criterio, se encuentra señalado a, que la propuesta de Límite Máximo Permissible sea adecuada al valor antes identificado; mientras que, el tercer criterio, considera que la identificación del Límite Máximo Permissible especial permite prevenir la afectación de la laguna.

La implementación de la propuesta se realiza durante la evaluación del instrumento de gestión ambiental presentado por el titular de la actividad de la gran y mediana minería, puesto que, en aplicación del artículo 12° de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, la autoridad certificadora elabora un informe técnico-legal en el que se incluye, entre otros aspectos, las obligaciones que se hubieren añadido a raíz de la evaluación, en caso corresponda.

Introducción

La minería, en cualquiera de sus etapas y estratos, puede generar riesgos inherentes a su actividad (origen operacional); a su vez, estos riesgos pueden clasificarse de los siguientes tipos: seguridad y salud de trabajadores, ambiente, economía, y materia legal, imagen o reputación (Aranzamendi & Huamán Meza, 2015). Adicionalmente a ello, debemos considerar los efectos del cambio climático como el acrecentamiento de la temperatura, reducción de la superficie glaciaria, aumento de la acidez y nivel del mar, sequías en algunas zonas y lluvias intensas en otras, escasez de recursos, entre otros (Giddens, 2010).

Considerando estos aspectos, el artículo 3° de la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (en adelante, LSEIA), señala que las actividades que puedan ocasionar impactos significativos al ambiente deben contar obligatoriamente con una certificación ambiental tal como la Declaración de Impacto Ambiental – DIA, Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado – EIASd y Estudio de Impacto Ambiental Detallado – EIAd. Los instrumentos de gestión ambiental (en adelante, IGA) señalados contienen las estrategias o plan de manejo de medidas ambientales para prevenir, reducir o mitigar los mencionados impactos¹.

Además de los compromisos contenidos en el IGA que asumen los titulares de la actividad minera, existen otras fuentes de obligaciones en dicha materia. Cabe precisar que, el presente Trabajo de Investigación se enfoca en el estrato de la gran y mediana minería; por tanto, se han considerado las fuentes correspondientes a estas categorías.

Frente a los riesgos ambientales que pudieran ocurrir, existe normativa que busca enfrentarlos. Dentro de este ordenamiento jurídico encontramos al Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, el cual aprueba los “*Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas*” (en adelante, LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos), los cuales son de ineludible cumplimiento para las actividades del subsector minero en toda la extensión del país, sin hacer ninguna clase de distinción entre sus variadas zonas geográficas.

De acuerdo a la citada norma, los titulares mineros tienen la obligación de evitar, o en su defecto, controlar la calidad de sus efluentes, definidos como “*cualquier tipo de flujo estacional de sustancia líquida descargada a los cuerpos receptores*”; ello, con la finalidad

¹ El IGA es un instrumento preventivo; es decir, se aprueba antes del inicio de las actividades. Asimismo, en este documento se describen las actividades a desarrollar, identificación de los impactos ambientales y estrategias a aplicar frente a estos, acciones a tomar para garantizar la participación ciudadana, entre otros.

de cumplir con los límites máximos permisibles (en adelante, LMP) para lo cual se deben aplicar medidas de control como el monitoreo continuo respecto de aquellos cuerpos de agua que podrían verse afectados.

Por su parte, la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente (en adelante, LGA) establece la responsabilidad, por acción o por omisión, del titular de operaciones respecto a sus efluentes, descargas y demás impactos negativos generados en el ambiente, salud y recursos naturales, a consecuencia de la ejecución de sus actividades.

Cabe precisar que, según la LGA, los LMP son la medida respecto a la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que se encuentran en efluente o una emisión, que al superarse causa o puede causar impactos negativos en la salud, en el bienestar humano y en el ambiente.

Asimismo, la importancia de los LMP radica en permitir el control (ya que se trata de valores comparables) y fiscalización de los parámetros contenidos en los efluentes y emisiones. Asimismo, los parámetros regulados serán aquellos que consideren que pueden afectar la salud humana y el ambiente. En ese sentido, si se determina que un efluente o emisión en particular no excede los parámetros regulados, éstos serán considerados inocuos y sus valores no serán normados (Andaluz Westreicher, 2013).

Considerando que los valores determinados en los LMP se aplican en todo el país, surge la necesidad de conocer qué sucede en el caso de vertimientos de efluentes minero-metalúrgicos en ecosistemas frágiles. Para ello, este Trabajo de Investigación se enfoca en las lagunas, consideradas en la LGA como parte de dichos ecosistemas, respecto de las cuales se deben adoptar medidas de protección especial, que debe conducirse a mantener sus procesos ecológicos y ciclos, evitar su alteración como consecuencia de actividades humanas.

En base a lo expuesto, se ha encontrado que existe un problema en el rango establecido en la normativa actual para el parámetro potencial hidrógeno (en adelante, pH) en los efluentes minero-metalúrgicos que son vertidos en las lagunas. Siendo más específicos, la norma de aplicación general establece que los efluentes minero-metalúrgicos deben encontrarse en un rango de 6 a 9 unidades de pH, independientemente del tipo de cuerpo de agua al que sean vertidos. A diferencia de lo antes señalado, en el caso de los cuerpos receptores, el rango establecido es de 6.5 a 8.5 unidades de pH según el Estándar de Calidad Ambiental para agua.

Lo anteriormente señalado nos muestra un escenario en el que podemos cuestionar que si una laguna recibe efluentes de una o más empresas con un valor de pH entre 6 a 6.5 o de 8.5 a 9 unidades durante un tiempo determinado y en grandes cantidades, se podría alterar el cuerpo receptor (laguna). Asimismo, también es posible encontrar el caso en el que el valor natural de unidades de pH de las lagunas esté fuera del rango antes señalado; en ese sentido, el vertimiento de efluentes podría alterar el ecosistema de la laguna si es que éste último posee un valor muy alejado al natural.

En este punto, conviene recordar que el principio de prevención en derecho ambiental, recogido en la LGA, establece que se deben priorizar todas aquellas actividades de prevención con la finalidad de impedir la degradación ambiental. Del mismo modo, mediante el principio precautorio, en casos de riesgo se debe adoptar acciones eficaces a fin de evitar la degradación del ambiente aun cuando no exista la certeza absoluta que ocurra el daño grave o irreversible.

A pesar de lo indicado, de acuerdo al ordenamiento jurídico peruano, no existiría una sanción para aquellos titulares mineros que viertan efluentes, entre 6 a 6.5 o de 8.5 a 9 unidades de pH, a una laguna causando alteración en la misma. En ese sentido, nos encontraríamos dentro de una *alteración no prohibida* de un cuerpo receptor. Y, en caso que el cuerpo de agua tenga un valor alejado del rango establecido, por causas naturales, estaríamos frente a un cumplimiento legal en el valor de los efluentes, pero que, al mismo tiempo, podría afectar el ecosistema de la laguna.

Capítulo 1: Estado del Arte

El presente capítulo abarca la protección constitucional del derecho a que las personas gocen de un ambiente sano y equilibrado, así como la protección del derecho a la empresa, dentro de la cual se encuentran las actividades mineras. Asimismo, se describe la demanda hídrica en nuestro país en las diferentes actividades que se desarrollan y la cantidad de efluentes generados por cada una de ellas.

Una vez llegado al punto de los efluentes, el enfoque se basará en los efluentes minero-metalúrgicos que son vertidos en las lagunas y los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos que los titulares de la actividad minera se encuentran obligados a cumplir. Al respecto, se procederá a detallar los aspectos característicos de las lagunas, los Estándares de Calidad Ambiental (en adelante, ECA) para Agua y la importancia del parámetro pH en éstas. Finalmente, se abordarán los instrumentos de gestión ambiental usados en las actividades mineras y sus líneas de base ambiental.

1.1 Ambiente y Empresa Minera: Ámbito Constitucional

De acuerdo a la Real Academia Española, se entiende por empresa a una organización que se dedica a realizar actividades de tipo industrial con la finalidad de obtener un beneficio. Asimismo, según las operaciones que ejecuten, las empresas son dinámicas puesto que interactúan con su entorno; es decir, con el medio ambiente.

Es este punto es importante precisar la interacción entre la empresa y el ambiente, ya que la primera obtiene de la segunda los insumos necesarios (recursos naturales) para su proceso productivo, transformándolos en un producto final. Asimismo, los demás insumos que sirvieron para llegar a dicho producto, pero que no forman parte del mismo, son retornados al ambiente como efluentes, emisiones, y/o desechos (Mori, 2012).

Actualmente, la actividad minera se enmarca dentro del artículo 59° de la Constitución Política del Perú de 1993 (en adelante, Constitución del Perú) como el derecho a la “libertad de empresa”; no obstante, este derecho tiene como límite el que “*no debe ser lesivo a la moral, ni a la salud, ni a la seguridad pública*”. En ese sentido, si bien la Constitución establece la libertad de empresa, también le impone límites, dentro de los cuales se encuentra no afectar la salud de las personas.

De la misma manera, el numeral 22 del artículo 2° de la Constitución del Perú recoge el derecho fundamental de las personas a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, lo cual implica que el ambiente está relacionado con la salud de las

personas. Asimismo, es necesario mencionar que el término “equilibrado” puede ser limitado, puesto que es posible asociarlo con el disfrute de tiempo libre, así como el descanso; no obstante, el reconocimiento de este derecho en la Constitución, implica que se pueden impulsar garantías constitucionales establecidas a efectos de proteger el ambiente. (Alegre, 2008).

Al respecto, el Tribunal Constitucional (en adelante, TC) interpreta² que dicho derecho se compone en base a dos elementos: a) derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado; y, b) derecho a que este ambiente sea salvaguardado³. En esa misma línea, el TC ha señalado que se deben tomar las medidas correspondientes que eviten el daño ambiental (o en su defecto, minimizarlo) de tal manera que se pueda garantizar el adecuado desarrollo de la vida⁴.

En esa misma línea, el medio ambiente debe ser entendido como un sistema compuesto y, a su vez, activo en el que se desenvuelve la vida y no como una simple aglomeración de elementos (Chanamé, 2015).

Por su parte, la LGA establece la responsabilidad del titular de operaciones, ya sea por acción u omisión, respecto de sus emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos generados en el ambiente, salud y recursos naturales, a consecuencia de la ejecución de sus actividades.

En consecuencia, el titular minero tiene el deber de adoptar de manera prioritaria medidas de prevención de riesgo y de daño ambiental a partir de la fuente generadora de los mismos; asimismo, debe ejecutar las demás medidas de conservación y de protección ambiental que corresponda a cada etapa de sus operaciones.

1.2 Demanda hídrica de la actividad minera en Perú

Respecto al uso del agua en nuestro país, se puede señalar que, estadísticamente, del total del agua considerada “dulce” en la costa y sierra, el ochenta por ciento (80%) se encuentra destinada para el sector agricultura; asimismo, el dieciocho por ciento (18%) es

² Ley N° 28237, que aprueba el Código Procesal Constitucional
“Artículo VI.- Control Difuso e Interpretación Constitucional
[...]. Los Jueces interpretan y aplican las leyes o toda norma con rango de ley y los reglamentos según los preceptos y principios constitucionales, conforme a la interpretación de los mismos que resulte de las resoluciones dictadas por el Tribunal Constitucional”.

³ Sentencia correspondiente al Expediente N° 03343-2007-PA/TC.

⁴ Sentencia correspondiente al Expediente N° 1206-2005-PA/TC

usada por la población así como la industria; mientras que sólo el dos por ciento (2%) es usada en la actividad minera (Bocchio Carbajal, 2008). Por otro lado, respecto al uso del agua subterránea, el porcentaje de uso es el siguiente: poblacional, veintitrés por ciento (23%); agrario, sesenta y cinco por ciento (65%); minero, ocho por ciento (8%); e, industrial, cuatro por ciento (4%) (Informática, 2016).

La actividad minera, dentro de todas sus etapas, requiere usar el recurso hídrico a fin de activar sus procedimientos característicos y lograr obtener el mineral deseado. Por ejemplo, en el caso de la etapa de explotación minera, durante el proceso de lixiviación se requiere el uso de agua, a la cual se le añade otras soluciones artificiales a fin de obtener un óptimo funcionamiento y de esa manera lograr aislar el mineral deseado (Misari Chuquipoma, 2016).

A pesar de lo antes señalado, existen autores que afirman que la actividad minera genera un impacto negativo en la disponibilidad del agua debido a su consumo en las actividades de producción así como por las consecuencias de su extracción, tal como el caso de la empresa Southern Peru Copper Corporation, Sucursal del Perú que usaba agua fresca proveniente de la laguna de Suche (Balvín Díaz, 2008).

Es importante mencionar que en la actividad minera no solo se debe considerar el consumo del agua, sino el agua residual generada al finalizar los procesos de tratamiento minero. Cabe precisar, que el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (en adelante, INEI) señala que, en el año 2015, los vertimientos de aguas residuales autorizados fueron por más de trescientos noventa millones de metros cúbicos; es decir más de ciento sesenta y uno (161), a comparación del año 2014. Asimismo, los vertimientos de aguas residuales provenientes de la actividad minera constituyeron el setenta y ocho (78%) por ciento del total, incrementándose en más de doscientos por ciento (200%) del año anterior.

En virtud a lo antes señalado, podemos llegar a la conclusión que, a pesar de que la actividad minera constituye un porcentaje muy bajo del total del consumo del agua en el país, es la principal actividad que genera aguas residuales, las cuales se vierten en cuerpos de agua como efluentes minero-metalúrgicos.

1.3 Cuerpos de agua receptores de efluentes: Características de las lagunas

De acuerdo a la normativa peruana, se considera “cuerpo de agua” al agua de los ríos, la que discurre por cauces artificiales, la acumulada, la ubicada en ensenadas y esteros, la de humedales y manglares, la de manantiales, la de nevados y glaciares, la residual, la

subterránea, la de origen minero medicinal, la geotermal, la atmosférica, y la proveniente de la desalación.

Considerando que el presente trabajo se delimita al vertimiento de efluentes minero-metalúrgicos en las lagunas, corresponde identificar sus características. Las lagunas son cuerpos de agua poco profundos (Roldán, 2008), y pertenecen a la categoría de aguas lénticas o quietas, que se encuentran rodeadas de tierra por todas partes (Roldán Pérez, 1992). Hasta este punto, su definición se asemeja a la de los lagos. No obstante, y de acuerdo a lo señalado previamente, la diferencia radica en que la laguna es un cuerpo de agua poco hondo, ya que su profundidad es inferior a diez (10) metros.

Es importante precisar que las condiciones o características específicas de cada laguna obedecen al espacio en el que se encuentran, lo cual incluye el tipo de clima, la condición del lecho rocoso, la constitución del suelo, la existencia de vegetación, así como de la topografía; esta diversidad, a su vez, sostiene la alta biodiversidad (Baron, 2003).

La formación de las lagunas se origina, por lo regular, en las partes bajas de los ríos a consecuencia de procesos de inundación de llanuras o a causa de la acción conjunta entre los ríos y el mar. Cabe precisar, que las lagunas no son cuerpos de agua permanentes en el paisaje, puesto que están sentenciados a desaparecer con el tiempo a causa de la acumulación de materia orgánica y de los sedimentos ya que muchas veces las lluvias arrastran sedimentos (Roldán Pérez, 1992). Sin embargo, podemos encontrar lagunas permanentes y las del tipo estacionario, en el caso de las últimas, su existencia es intermitente. Para efectos del presente Trabajo de Investigación, se van a considerar las lagunas permanentes.

Este punto conviene precisar que los sedimentos que sean arrastrados pueden ser de tres tipos: (i) material disuelto, que es transportado como solución cuyas características principalmente es su contenido de sales solubles, carbonatos y compuestos de hierro y manganeso; (ii) partículas sólidas, divididas a su vez en material fino (limos y arcillas) transportadas en el interior de la masa de agua y por suspensión, así como material grueso (arenas y gravas) que se transporta por el cauce del río como carga de fondo; y (iii) partículas por gravitación, las cuales se componen especialmente de arenas y gravas finas (Rojas Caballero & Paredes Ángeles, 2015).

Estos sedimentos se sitúan de forma permanente en el fondo de las lagunas, generando que, con el paso del tiempo, los sistemas se colmaten. No obstante, el ecosistema acuático (algas, plantas vasculares, bacterias, briofitas, invertebrados, entre otros) que lo habite se

encuentra adaptado al ingreso ordinario de los sedimentos. Este ecosistema, en su conjunto, aporta en su mayor parte a la purificación del agua de la laguna (incluyendo la descomposición y también el reciclado de nutrientes) (Baron, 2003).

1.4 Medición de calidad de las lagunas: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Categorización

La calidad de las lagunas se mide a través de los ECA para agua. De acuerdo a la LGA, el ECA es la escala que determina el grado de concentración o existencia de parámetros (químicos y biológicos), expresado en rangos, mínimos o máximos, existentes en un cuerpo receptor, en este caso de la laguna. La presencia de estos parámetros no puede implicar un alto riesgo hacia al ambiente ni hacia los seres humanos.

Si bien existen parámetros definidos, el literal b) del artículo 5° del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua” (en adelante, ECA para Agua) dispone que los parámetros se aplican considerando las características propias del cuerpo de agua, siempre que no hayan sido modificadas a causa de actividades antrópicas.

Del mismo modo, el artículo 6° del ECA para Agua dispone que en los cuerpos de agua que posean concentraciones de parámetros superiores a las establecidas, la aplicación o cumplimiento de dichos parámetros queda exceptuada siempre que dicha condición haya sido originada por el tipo de geología de la zona (suelo y subsuelo), por circunstancias generadas por fenómenos naturales extremos (inundaciones o sequías), por el desbalance de nutrientes ocurrido por causas naturales, o por otras situaciones debidamente sustentadas y aprobadas por autoridad competente.

De lo antes mencionado, podemos concluir que la aplicación de los ECA para Agua tiene un carácter flexible cuando por causas naturales un cuerpo de agua excede las concentraciones de pH establecido; no obstante, dicha flexibilidad no aplica cuando nos encontremos frente a condiciones en las que dichas concentraciones sean menores al ECA para Agua o estén fuera de un rango.

A pesar la existencia del ECA para Agua, la LGA establece que su incumplimiento no resulta sancionable a una persona natural o jurídica que realice actividades específicas, salvo que se logre demostrar la causalidad entre el incumplimiento y la actividad que se viene realizando.

Lo antes señalado se encuentra sustentado en el principio de internalización de costos, recogido en el artículo VII de la LGA, mediante el cual se reconoce que quien o quienes realicen una actividad, se encuentran comprometidos a responder por los riesgos o daños que ocasionen en el ambiente a consecuencia de sus actos.

Las lagunas se encuentran asignadas, según determina la Autoridad Nacional del Agua (en adelante, ANA), en categorías especiales considerando sus características naturales. Por ello, en el ECA para Agua se señala que las lagunas se encuentran en la “Subcategoría E1: Lagunas y lagos” de la “Categoría 4: Conservación del ambiente acuático”, que contiene a los cuerpos de agua naturales de tipo léntico.

Asimismo, de acuerdo a la ANA, las lagunas se clasifican con la “Categoría 4 E1: lagunas y lagos”, considerando su ubicación, usos, condiciones naturales, fragilidad y degradación:

Tabla N° 01

Aspectos a considerar en la clasificación de lagunas

Uso		Categoría	Observaciones
Conservación de ambiente acuático	Lagunas y Lagos alto andinos	4	Cuerpos de agua, generalmente de buena calidad, ubicados en las nacientes de ríos, espacios en los que no se realizan actividades humanas que perturben su calidad.
	Tributarios de lagunas	4	Las lagunas son consideradas como receptoras de la carga física y química que es conducida por sus ríos tributarios.
	Tributarios de lagos	3 1A2	Se deben considerar las condiciones del cuerpo de agua, así como la de los ríos.
	Lagunas y cochas en la selva	4	Formadas, en la mayoría de casos, debido al cambio del curso de un río, ocasionando que la fauna acuática permanezca en estos cuerpos, deviniendo con el tiempo en ecosistemas acuáticos importantes.

Fuente: ANA

A pesar de lo antes señalado, en la Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, que aprueba la “Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales”, existen lagunas con categorizaciones distintas debido a las características naturales de las mismas.

Considerando que la presente investigación se enfoca en el parámetro pH, a continuación, se muestran los valores aprobados para dicho parámetro en el ECA para Agua:

Tabla N° 02

Valores de pH en el ECA para Agua

Categoría	Subcategoría	Parámetro	Unidad de medida	Rango
3: Riego de vegetales y bebida de animales	D1: Riego de Vegetales	pH	Unidad de pH	6.5 a 8.5
	D1: Bebida de Animales	pH	Unidad de pH	6.5 a 8.4
4: Conservación del ambiente acuático	E1: Lagunas y lagos	pH	Unidad de pH	6.5 a 9.0

Fuente: ECA para Agua

1.5 Lagunas como ecosistemas frágiles

Actualmente, contamos con un total de ocho mil trescientas cincuenta y cinco (8355) lagunas en nuestro país, las cuales abarcan una superficie total de poco más de novecientos dieciséis kilómetros cuadrados (ANA, 2014).

Teniendo en cuenta esta cantidad de cuerpos de agua, desde el año 1992, Perú forma parte de Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (también conocida como Convención de Ramsar). Dicho acuerdo internacional, único en su tipo puesto que se centra en un solo ecosistema, tiene como uno de sus objetivos principales la conservación, así como el uso sostenible y responsable de los humedales.

Resulta relevante señalar que, este instrumento define a los humedales como superficies cubiertas de agua, ya sean naturales o artificiales, temporales o permanentes, entre otras

características. Los humedales son considerados como fuentes de agua y diversidad biológica, por ello existe el interés en promover su conservación (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2013).

Cabe precisar que, la definición de humedales en la Convención engloba también a las lagunas; por tanto, en aplicación del artículo 4° de la mencionada Convención, los estados parte tienen la obligación de fomentar la conservación de los humedales, se encuentren o no dentro de la Lista de Humedales de Importancia. En nuestro país, contamos con la Resolución Ministerial N° 248-2015-MINAM, que aprobó los “Lineamientos para la Designación de sitios Ramsar (o Humedales de Importancia Internacional) en el Perú”, así como con la Resolución Ministerial N° 186-2018-MINAM, que aprueba la “Guía para la elaboración de Planes de Gestión de los sitios Ramsar”.

De lo antes indicado, se entiende que, los sitios dentro de la Lista de Humedales de Importancia (o sitios Ramsar) del Perú tales como Santuario nacional Lagunas de Mejía, Bofedales y Laguna de Salinas, Laguna del Indio - Dique de los españoles, Lagunas Las Arreviatadas, entre otros, deben ser cuidados de la misma forma que aquellas lagunas que no han sido consideradas en la referida Lista.

Por otro lado, considerando la mencionada característica de temporalidad correspondiente a las lagunas (referidas a que en un futuro van a desaparecer), la LGA las ha considerado como ecosistemas frágiles, respecto de las cuales se deben adoptar medidas de protección especiales. Asimismo, la LGA establece que esta protección debe encontrarse orientada a mantener los procesos ecológicos y sus ciclos, evitar su alteración como consecuencia de actividades humanas, así como dictar medidas de rehabilitación y recuperación, priorizando los ecosistemas frágiles.

Adicionalmente, a través de la Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos (en adelante, LRH), se adiciona el criterio de riesgo por los efectos propios del cambio climático, por tanto, señala que el Estado, a través de la ANA y la Autoridad del Ambiente o Ministerio del Ambiente (en adelante, MINAM), tienen el deber de desarrollar tácticas, así como programas a fin de prevenir y adaptar los efectos negativos sobre la cantidad del agua. En ese sentido, se realizan los análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico y su flujo, dentro de los cuales se consideran los glaciares y las lagunas.

Por otro lado, es importante que consideremos las repercusiones que genera el cambio climático en las lagunas. En este punto, conviene señalar que nuestro planeta ha pasado por un proceso de enfriamiento y calentamiento, los cuales han tomado millones de años;

no obstante, debido al accionar humano, se ha experimentado el calentamiento del planeta en un tiempo muchísimo menor al del proceso natural. Por lo tanto, el cambio climático es calculado con la obtención de la “diferencia o balance entre la energía entrante o que recibe la Tierra y lo que emite la Tierra hacia el espacio” (Comité Científico COP25, 2019).

Cabe indicar que, el clima siempre ha sido variable; sin embargo, el problema radica en la aceleración que ha tenido esta variación en los últimos tiempos. Dentro los impactos que trae consigo el cambio climático, es importante destacar que los recursos hídricos conforman uno de los componentes de mayor vulnerabilidad, lo cual implica la afectación a diversos seres y actividades que dependen del agua. Es preciso señalar que diversas actividades empresariales como la agricultura, industria, pesca minería, entre otras necesitan usar el agua dentro de sus procesos; no obstante, la afectación no solo radica en la falta del recurso hídrico que pudiera generarse.

Tal como se señaló, en las lagunas pueden existir ecosistemas dentro de los cuales encontremos algas, plantas vasculares, bacterias, briofitas, invertebrados, entre otros. Este ecosistema se encuentra adaptado a la cantidad ordinaria de sedimentos que puedan ingresar a causa de las lluvias. Sin embargo, uno de los efectos del cambio climático el aumento de lluvias en ciertas zonas, así como el aumento de temperatura que reduce la superficie glaciar y genera el arrastre del agua (hielo derretido), que lleva consigo sedimentos, hacia los cuerpos de agua cercanos.

Al respecto, desde el año 1970 hasta el año 2016 se ha reducido la superficie glaciar de nuestro país en un 40%, lo cual genera, entre otros aspectos, el desborde de lagunas, formación de nuevas lagunas (Ministerio del Ambiente, 2016). Por ello, en las zonas altoandinas existen aproximadamente más de once mil lagunas cuyo origen es glaciar, dentro de las cuales, casi mil de ellas han sido detectadas recientemente.

En ese sentido, el ecosistema de una laguna, cuando tiene un ingreso extraordinario de sedimentos, no puede tolerar estos cambios, haciendo que el destino de los organismos que habitan en dicho ecosistema sea crítico, por lo que esta misma suerte también la corre el trabajo de purificación del agua de la laguna que venían desarrollando dichos organismos (Baron, 2003).

Respecto a la los impactos negativos que pudieran ocasionarse, es preciso mencionar que se entiende por éstos al menoscabo, cuyos efectos pueden ser actuales o potenciales, del que es pasible tanto el ambiente como alguno de sus componentes, el cual es causado incumpliendo o no la normativa (San Martín, 2015). Existen impactos ambientales

negativos que se ocasionan en un momento determinado, mientras que también existen impactos que pueden generarse de la suma de efectos sucesivos, a éstos últimos se les conoce como impactos ambientales negativos acumulativos.

Por ejemplo, cuando a una laguna ingresan nutrientes (tales como nitrógeno y fósforo), estos sirven para el normal desarrollo del ecosistema. Sin embargo, cuando se da un aumento extraordinario de estos nutrientes como resultado de las actividades humanas, nos encontramos frente al fenómeno de la eutrofización cultural, cuya consecuencia radica en la reducción de la biodiversidad, aun cuando determinados tipos de algas puedan aumentar su cantidad a comparación de sus niveles iniciales (Baron, 2003).

Los factores que amenazan a las lagunas, van a variar dependiendo de su ubicación. Un caso de afectación de una laguna por efectos de actividades humanas puede ser explicado a través de lo que viene sucediendo en la laguna de Punrun (que forma parte de la cabecera de cuenca del lago Chinchaycocha), ubicada en el departamento de Pasco. El problema principal que enfrenta esta laguna es la reducción de especies vegetales ocasionada por la pérdida de hábitats debido al sobrepastoreo y ampliación de la frontera agrícola impulsada por la siembra de maca; asimismo, existe también una reducción de especies animales debido a la introducción de truchas en la laguna, lo cual implica mayor presión por la demanda de alimento y espacio dentro de la laguna (Municipalidad Distrital de Simón Bolívar, 2016).

En las zonas cercanas a la población, podemos encontrar impactos en las lagunas por vertimientos de aguas residuales. Por otro lado, en las lagunas ubicadas en zonas lejanas de la sierra, la afectación puede originarse por residuos mineros, tal como ocurre en la laguna Sausacocha, localizada en el departamento de La Libertad o en la laguna Titihue, ubicada en el departamento de Puno (Madariaga, 2018).

De acuerdo a la Defensoría del Pueblo, en el caso de pasivos ambientales mineros, los impactos negativos principales que se ocasionan se dan en los ríos, lagos, lagunas, mares, paisaje, así como otros componentes como el aire y el suelo (Defensoría del Pueblo, 2015).

Por otro lado, las lagunas en las zonas altoandinas son altamente sensibles al cambio climático. Al respecto, de acuerdo en un estudio realizado en las lagunas Yanacocha y Yauricocha el cambio climático ha alterado la cantidad de diatomeas y crisófitos (tipos de algas); cabe precisar que estas algas también se ven alteradas por el cambio del pH y otras variables de la calidad del agua (Smol, 2015). Dichas algas forman parte de la cadena

trófica (alimenticia) acuática, por lo que la variación de uno de sus elementos repercute en los demás.

Por tanto, es importante la protección de los ecosistemas, así como de los servicios que éstos brindan. La relevancia de los ecosistemas se refleja en que es en este espacio en el que la biodiversidad se desarrolla, se dinamiza, ya también desaparece de forma ordinaria cumpliendo un ciclo natural (Del Río, 2008). En esta línea, la protección de las lagunas cobra relevancia, en tanto se trata de un espacio que puede albergar un ecosistema, el cual se desenvuelve de acuerdo a las características de dicha laguna.

1.6 Regulación de los efluentes minero-metalúrgicos

De acuerdo al artículo 133° del Reglamento de la LRH, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, se entiende por aguas residuales a las que difieren de sus características originales debido a actividades antropogénicas y que, adicionalmente, necesitan un tratamiento previo a su descarga. Asimismo, según la normativa de LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, los efluentes son considerados como descargas de sustancias, sean permanentes o temporales, hacia un cuerpo receptor.

En el caso de las actividades de exploración de la gran y mediana minería, los titulares mineros tienen la obligación de evitar la generación de efluentes, o en su defecto, controlar su calidad; ello, con la finalidad de cumplir con los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, para lo cual se deben aplicar medidas de control como el monitoreo continuo respecto de aquellos cuerpos de agua que podrían verse afectados.

Del mismo modo, para el caso de las actividades mineras de explotación, beneficio, labor general, transporte minero y almacenamiento de minerales del ámbito de la gran y mediana minería, los titulares mineros deben identificar de manera oportuna y manejar apropiadamente todo tipo de aspectos ambientales y riesgos propios de sus actividades (o generados por las mismas) que puedan generar alguna incidencia en el ambiente.

En ese sentido, tanto los efluentes generados por las actividades mineras de exploración, explotación, cierre de minas y/o cierre de pasivos ambientales mineros, pueden ser vertidos en lagunas, siempre que cumplan con los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos y cuenten con las autorizaciones correspondientes, las cuales se detallan en el Capítulo 2 de la presente investigación.

Asimismo, los titulares mencionados en el párrafo anterior deben considerar la aplicación de medidas cuya orientación sea la de proteger los recursos de aire, agua, suelo, flora,

fauna, radiaciones ionizantes, ruido, vibración, manipulación, tratamiento y/o disposición de sustancias químicas y residuos, así como todo tipo de perjuicio que se genere sobre el ecosistema, calidad ambiental, biodiversidad, salud humana, animal y vegetal.

A efectos de medir las concentraciones existentes en los efluentes minero-metalúrgicos y considerar que éstos son inocuos, se realiza la comparación con los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos. Cabe precisar que, los LMP son la medida que sirve para determinar el grado de concentración o existencia de parámetros (químicos y biológicos), expresado en rangos, mínimos o máximos, existentes en un efluente.

Del mismo modo, tanto la LGA como los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, señalan que al excederlos es posible generar daño en la salud de las personas y a su entorno. No obstante, no se indica, al igual que en el caso del ECA para Agua, si es posible que exista una afectación en caso el efluente sea menor a un rango establecido para un determinado parámetro, como es el caso del pH, el cual es el único parámetro que se mide a través de rangos, tal como se observa a continuación:

Tabla N° 03

LMP para efluentes minero-metalúrgicos

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento
pH	Unidades de pH	6 a 9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50
Aceites y Grasas	mg/L	20
Cianuro Total	mg/L	1
Arsénico Total	mg/L	0,1
Cadmio Total	mg/L	0,05

Cromo Hexavalente	mg/L	0,1
Cobre Total	mg/L	0,5
Hierro Disuelto	mg/L	2
Plomo Total	mg/L	0,2
Mercurio Total	mg/L	0,002
Zinc Total	mg/L	1,5

Fuente: LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos

Cabe precisar que, los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos han sido diseñados para aplicarse a nivel nacional, indistintamente del espacio o cuerpo de agua en el que se vierta el efluente. No obstante, los LMP no consideran la capacidad de resiliencia del cuerpo de agua para aceptar el nivel de contaminación y autodepurarse, puesto que un mismo efluente puede ser vertido tanto en una laguna pequeña como en un río grande y caudaloso como, por ejemplo, es el Amazonas.

Asimismo, el artículo 9° de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos señala que es posible aplicar un régimen de excepción, el cual puede ser más riguroso, cuando así se sustente a partir de la evaluación del instrumento de gestión ambiental correspondiente y siempre que se determine que puede existir una afectación a los ECA para Agua.

En este punto, es importante precisar que el Estado busca que las aguas residuales puedan ser tratadas a efectos de ser reutilizadas con la finalidad de no generar desmedros en la salud de las personas ni en el ambiente. No obstante, cuando no cabe el reúso del agua residual, corresponde efectuar su vertimiento, para lo cual es indispensable contar con la autorización previa otorgada por la ANA.

1.7 Potencial Hidrógeno (pH) en las lagunas

Una de las características principales de las aguas naturales, en general, es que éstas poseen un rango de pH que fluctúa entre 4 y 9 unidades; sin embargo, la mayoría tiene

tendencia a la alcalinidad debido a la presencia de carbonatos de metales (alcalinos y alcalinotérreos) y bicarbonatos (Camacho, 2016).

El pH es el símbolo que se usa para hacer referencia las concentraciones de iones de hidronio o protones. El pH es medido de 0 a 14 unidades, en el que el valor 7 se asigna para el agua pura, menor a 7 corresponde a disolución ácida, mientras que la disolución básica (alcalina) se caracteriza por ser mayor a este valor; en otras palabras, el pH nos ayuda a conocer la acidez o alcalinidad que caracteriza al agua.

En este punto es relevante precisar, que la diferencia entre la disolución ácida y básica es que mientras la primera puede ceder iones H^+ , la segunda es capaz de recibirlos. En la siguiente tabla se pueden observar ejemplos que aplican para cada valor de pH:

Tabla N° 04

Valor de pH	Ejemplo
0	Ácido de batería
1	Jugos gástricos
2	Vinagre, jugo de limón
3	Jugo de naranja, refrescos
4	Jugo de tomate
5	Café negro, plátano, lluvia
6	Orina, leche
7	Agua pura
8	Agua de mar, huevos

9	Bicarbonato de sodio
10	Pasta dental
11	Solución de amoníaco
12	Agua jabonosa
13	Limpiador para hornos, lejía
14	Limpiador líquido de drenajes

Fuente: (Monte, 2016)

Es importante señalar que, se debe evitar que el pH de un cuerpo de agua sea alterado bruscamente. Ello debido a que, los cuerpos de agua, como lagunas, pueden ser el espacio en el que exista fauna o flora acuática; por tanto, una modificación de su hábitat puede resultar en la disminución de dichas especies.

Por ejemplo, en el caso de las totoras (*Typha angustifolia*), éstas crecen normalmente en aguas con un pH de 8.4 a 9, por lo que una alteración en la calidad del agua afectará el crecimiento de las mismas. En el caso concreto de los peces, existen estudios que demuestran que las ovas de los peces puye (*Galaxias maculatus*) mueren en ámbitos de con pH de 3 unidades y 13 unidades; por tanto, queda demostrada la relación entre el pH y su afectación en el ecosistema acuático (Barile, 2016).

1.8 Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aplicables a la actividad minera

De acuerdo a la LGA, los IGA constituyen herramientas, confeccionadas, reguladas y aplicadas con un carácter de tipo funcional o complementario, que conducen a la realización de la política ambiental, basándose en los principios reconocidos en la LGA.

Los tipos de IGA pueden ser de “*planificación, promoción, prevención, control, corrección, información, financiamiento, participación, fiscalización, entre otros*”. Cabe precisar que, es obligatorio contar con un IGA (o certificación ambiental) antes de ejecutar los proyectos mineros.

Respecto a los IGA aplicables a los proyectos de la gran y mediana minería, se cuenta con los siguientes:

- Estudio de Impacto Ambiental (EIA)
 - Declaración de Impacto Ambiental (DIA)
 - Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIASD)
 - Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIAd)
- Plan de Cierre de Minas (PCM)
- Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros (PCPAM)
- Programa de Adecuación de Manejo Ambiental (PAMA)

Los IGA aplicables al sector minero poseen las siguientes características:

- a) Holístico, debido a que para su elaboración se requiere contar con un equipo multidisciplinario; b) predecible, dado que disminuyen o minimizan los riesgos ambientales al poder predecirlos;
- c) Indivisible; considerando que se abarca a todo el proyecto como unidad y no solo a algunas partes;
- d) Deber de veracidad en la información presentada;
- e) Información pública, puesto que debe garantizarse que cualquier persona pueda acceder al contenido del IGA;
- f) Temporalidad, debido a que la actividad minera es dinámica y se encuentra sujeta a un cronograma de trabajo;
- g) Delimitado, considerando que se confeccionan en función al área en la que se va a llevar a cabo la actividad (área operativa) que no siempre coincide con el área de la concesión minera (siendo esta última más amplia);
- h) Participativo;
- i) Uso de metodología de alto nivel, a fin de determinar los posibles impactos;

- j) Valorización económica asumida por el titular de la actividad, la cual contiene los costos de la prevención, mitigación de los impactos ambientales, la construcción de los componentes del proyecto minero, entre otros;
- k) Auditable;
- l) Fiscalizable, ya que el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA verifica el cumplimiento de las obligaciones ambientales y compromisos contenidos en el IGA;
- m) Transferible, puesto que son pasibles de ser trasladados a otros a través de un contrato de transferencia; y,
- n) Inscribible en registros públicos.

Por su parte, los IGA de tipo preventivo (antes del inicio de la actividad) son la DIA, el EIA_sD y el EIA_d, los cuales se encuentra dentro del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, SEIA), que se basan en los principios de indivisibilidad, participación, complementariedad, responsabilidad compartida, eficacia y eficiencia.

No obstante, existen otros tipos de IGA como el PCM, PCPAM y PAMA, que, si bien no se encuentran dentro del SEIA, son considerados como complementarios a este, por lo que estos instrumentos son diseñados en concordancia con los principios, objetivos y criterios del SEIA.

En este contexto, y de acuerdo a lo antes señalado, se cuentan con instrumentos preventivos, los cuales se van a aprobar antes del inicio de una actividad; pero también existen instrumentos aplicables a las actividades que se encuentran en curso. En ambos casos, es relevante contar con un estudio del lugar en que se va a desarrollar, o se viene desarrollando la actividad.

Esta investigación respecto a las características del lugar se denomina Línea Base Ambiental (en adelante, LBA), la cual describe el estado actual de una determinada área, previo a la ejecución de una actividad o proyecto. Asimismo, se incluye la descripción minuciosa de las particularidades ambientales y socio-ambientales del área, así como de los factores que pudieran influir a futuro en dicha área.

Del mismo modo, se debe considerar que el contenido plasmado en la LBA servirá de base para diseñar la estrategia de manejo ambiental (prevención o mitigación de riesgos

ambientales); por ello, se deben evaluar aspectos como el medio físico (clima, meteorología, zonas de vida, geología, geomorfología, hidrografía, hidrología, hidrogeología, calidad de suelo y sedimentos, calidad de aire, ruidos), el medio biológico (tal como inventario de la flora y fauna acuática y terrestre, registro de ecosistemas ordinarios y ecosistemas frágiles, así como interacciones ecológicas), factores económicos, factores demográficos, sociales y culturales, factores políticos, así como la existencia previa de impactos ambientales negativos en la zona, entre otros que resulten pertinentes.

De lo antes señalado, se entiende que en caso se pretenda realizar una actividad en una zona en la que se encuentre una laguna, es obligatorio realizar el inventario de la fauna y flora acuática que esta posea, así como la caracterización física y química de la misma, sin dejar de lado el detalle de los aportantes hídricos que la laguna pueda tener, así como el uso que se efectúe del agua.

Uno de los beneficios de LBA se halla en que cuando el proyecto ya ha sido iniciado, en cualquier momento se puede realizar una comparación en entre las condiciones iniciales de la zona y las condiciones actuales en la que ésta se encuentre a efectos de determinar si el área ha sufrido algún impacto ambiental negativo a consecuencia de la actividad del titular minero.

Si bien el IGA contiene las medidas de corrección, mitigación o prevención propuestas por el titular de la actividad minera, las cuales son de obligatorio cumplimiento, es posible que, antes de su aprobación, la autoridad certificadora competente solicite la opinión de otras entidades tales como la ANA, el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP, la Dirección General de Capitanías y Guardacostas |- DICAPI, entre otros.

En esa misma línea, el numeral 12.1 del artículo 12° de la LSEIA, establece que la autoridad certificadora elabora un informe de características técnicas y legales que sirve para respaldar la evaluación realizada al IGA, en el cual puede adicionar nuevas obligaciones que hayan surgido como parte de dicha evaluación.

En este punto es importante señalar que, aun cuando en un IGA se sustente la necesidad de verter efluentes en un cuerpo de agua, su aprobación no implica que este vertimiento se pueda realizar, puesto que es independiente de los permisos, las autorizaciones, las licencias u otros títulos habilitantes que el titular de la actividad minera requiera en la ejecución de su proyecto.

La entidad a cargo de verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables a cargos de los titulares de la gran y mediana minería es el OEFA, el cual es el ente rector de Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental – SINEFA, reconocido en la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

En caso los titulares de la actividad de la gran y mediana minería incumplan sus obligaciones en materia ambiental, el OEFA se encuentra facultado para realizar las investigaciones correspondientes, en el marco de un procedimiento administrativo sancionador, que acaree la determinación de responsabilidad, así como de la sanción consecuente, independientemente de las medidas administrativas que pueda ordenar.

En base a lo anteriormente señalado, es posible concluir que existe una protección constitucional para el desarrollo de empresas, así como para la protección del ambiente, en tanto sirve de espacio para el desarrollo de la vida de los seres humanos. En ese sentido, las empresas mineras pueden ejercer sus actividades libremente mientras cumplan con la normativa aplicable, cuenten con los títulos habilitantes correspondientes y no generen alteraciones no tolerables en el ambiente.

Es esa línea, dentro del conjunto de normas ambientales de carácter general a cumplir, se encuentra el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, el cual aprueba los "*Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas*" así como el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los "*Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*", los cuales son de importancia para conocer el rango del parámetro pH que deben cumplir los efluentes y que, a su vez, no deben alterar al cuerpo receptor (en este caso, a las lagunas).

Por otro lado, encontramos obligaciones ambientales de carácter particular, las cuales se constituyen en los IGA. En ellas existen compromisos propuestos por el titular de la actividad minera, así como obligaciones impuestas por la autoridad evaluadora y certificadora del IGA a raíz de dicha evaluación.

Capítulo 2: Problema de Investigación

De acuerdo a lo señalado en el capítulo anterior, se ha identificado la existencia de un problema en la determinación del parámetro pH en los vertimientos minero-metalúrgicos en lagunas. Actualmente, los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos deben encontrarse dentro del rango de 6 a 9 unidades de pH, sin hacer diferencia en el tipo de cuerpo de agua sobre el cual van a ser vertidos.

Cabe precisar que, las lagunas poseen ecosistemas que se mantienen con características precisas; en ese sentido, una alteración en alguna de estas particularidades dentro de este cuerpo de agua léntico que no posee mucho movimiento, como lo es el pH, puede alterar dicho ecosistema, deviniendo en la pérdida de fuentes de agua, biodiversidad, entre otros. Dichas alteraciones se vienen ocasionando por causas antrópicas, así como por el riesgo generado por el cambio climático.

Por lo tanto, resulta necesario contar con una herramienta que permita conservar los ecosistemas de las lagunas, en tanto estas forman parte del ambiente, el cual debe encontrarse en buenas condiciones a efectos de asegurar el desarrollo adecuado de la vida y salud de las personas, tal como se señala en la Constitución del Perú.

En ese sentido, existe la necesidad de contar con un marco regulatorio más acucioso que proteja a las lagunas, ya que su conservación es de interés público, por lo que es relevante desarrollar una herramienta que pueda ayudar a evitar que una norma, al ser aplicada de forma general, no se encuentre en armonía con las características de las lagunas, a efectos de evitar alteraciones permitidas legalmente en un cuerpo receptor.

2.1. Desarrollo de normativa ambiental

Antes de desarrollar el tratamiento que se da a los efluentes minero-metalúrgicos, es relevante conocer el contexto en el que aparecieron las primeras autoridades en materia ambiental en nuestro continente. Al respecto, en la década de los sesenta, la inquietud frente a la contaminación ambiental comenzó a acrecentar, lo cual hizo eco en los países industrializados a raíz de investigaciones que empezaron a desarrollarse⁵.

En este escenario, en 1972 se realiza la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano, en el que el ambiente pudo tener relevancia en los Estados, generando

⁵ En 1962 se publica "La Primavera Silenciosa" de Rachel Carson, en el que por primera vez se genera una relación entre el uso de pesticidas y sus consecuencias negativas en el ambiente.

novedosas políticas, así como instituciones. En dicha Conferencia se señala el derecho fundamental de las personas a disfrutar de un entorno que les permita acceder a una vida digna y poder gozar de bienestar. De esta forma, se impulsó el desarrollo de la gestión ambiental en diferentes países hasta el siguiente momento histórico ambiental en la Cumbre de la Tierra llevada a cabo en Brasil en 1992.

En este periodo, en América Latina se crearon normas, políticas e instituciones de índole ambiental. En el año 1973, en México se creó la Subsecretaría para el Mejoramiento del Medio Ambiente; mientras que, en Brasil se instituyó la Secretaría Especial del Medio Ambiente. Al año siguiente, Colombia promulgó el Código de Recursos Naturales y del Medio Ambiente; en 1976, Venezuela aprobó la Ley Orgánica y el Ministerio del Medio Ambiente. Estas creaciones han sido pioneras en la región de Sudamérica (Rodríguez & Espinoza, 2002).

Por esa razón, se ha escogido a Colombia a efectos de conocer su normativa vigente aplicable a los efluentes minero-metalúrgicos, puesto que es el primer país en desarrollar legislación ambiental⁶. El segundo país escogido para comparar marcos normativos es Chile; de acuerdo al Servicio Nacional de Geología y Minería – SERNAGEOMIN de Chile, este país se destaca por sus yacimientos y depósitos metalíferos, lo cual lo convierte en uno de los principales exportadores de minerales a nivel mundial; asimismo, considerando que es un país limítrofe al nuestro, sus condiciones son muy parecidas. Finalmente, el tercer país escogido es Canadá, considerando que su industria minera se encuentra muy sólida.

Es importante señalar que Perú (1992), Chile (1981), Colombia (1998) y Canadá (1991) forman parte del grupo de ciento setenta y un (171) partes contratantes de la Convención sobre los Humedales o también llamada Convención de Ramsar, la cual busca la conservación, así como el uso sostenible de los humedales. En este punto conviene señalar que, de acuerdo a este convenio, los humedales son superficies que se encuentran cubiertas de agua, ya sean naturales o artificiales, temporales o permanentes, entre otras características, dentro del cual se pueden considerar a las lagunas. Por su parte, el artículo 4° de la Convención de Ramsar señala que los estados parte tienen la obligación de

⁶ Si bien es cierto, Brasil y México crearon instituciones con un año anterioridad, esto no puede entenderse como legislación propiamente ambiental ya que no se trataba de creación de nuevas obligaciones para los titulares de actividades.

fomentar la conservación de los humedales, se encuentren o no dentro de la Lista de Humedales de Importancia.

2.2. Legislación peruana y su aplicación en la realidad

La Política Nacional del Ambiente, aprobada por el Ministerio de Ambiente mediante Decreto Supremo N° 012-2019-MINAM, reconoce que la calidad del ambiente se ha visto afectada a causa de actividades extractivas, productivas, entre otras, las cuales fueron desarrolladas sin considerar las medidas ambientales adecuadas; por ello, uno de los problemas más relevantes es el menoscabo de la calidad del agua. En razón a lo antes descrito, respecto a las actividades de minería y energía, se dispuso el lineamiento de mejorar los estándares ambientales, así como verificar su cumplimiento.

En el caso concreto bajo investigación, es importante señalar que dentro de las lagunas existen ecosistemas particulares que pueden desarrollarse y, también, cumplir sus funciones siempre que se encuentren dentro de un determinado intervalo de pH. Esto quiere decir que, al modificar el pH de una laguna, se pueden alterar las características de su ecosistema.

Nuestro país considera a las lagunas como ecosistemas frágiles, es por ello que, en la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, aprobada mediante Decreto Supremo N° 006-2015-MINAGRI, se considera como estrategia de adaptación al cambio climático (Lineamiento 3 de la Estrategia de Intervención 5.3), la formulación e implementación de programas que tengan como objetivo reducir el grado de vulnerabilidad en las lagunas altoandinas.

Considerando lo antes señalado, el Perú posee trece (13) sitios identificados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), dentro de los cuales se encuentran los bofedales y lagunas Salinas, la laguna del Indio-Dique de los Españoles, las lagunas Las Abreviatas, el santuario nacional lagunas de Mejía, entre otros. Estas lagunas son protegidas por el Estado, por lo cual no existen vertimientos que descarguen en ellas; no obstante, sí existen otras lagunas sobre las cuales se permite la descarga de efluentes minero-metalúrgicos.

Del total de autorizaciones de vertimientos otorgados por la ANA, actualmente quinientos sesenta y cinco (565) de ellos se encuentran vigentes. A su vez, estas autorizaciones se

dividen en los siguientes sectores: vivienda (1), transporte (2), agricultura (12), industria (29), pesca (49), saneamiento (96), energía (96) y minería (280)⁷.

De lo antes señalado se puede apreciar que, el 49.6% de las autorizaciones corresponden al sector minero. De este total, quince (15) autorizaciones de titulares de la gran y mediana minería están relacionadas a vertimientos en lagunas, tal como se detalla:

Tabla N° 05

Autorizaciones de Vertimiento en la Gran y Mediana Minería

N°	Titular	Unidad	Punto de Control	Caudal (l/s)	Tipo de Efluente	Laguna	Categoría	Resolución Directoral
1	Empresa Explotadora de Vinchos LTDA S.A.C.	Vinchos	PM-01-	5 (época húmeda) 1 (época seca)	Industrial	Mancacoto	3	064-2016-ANA-DGCRH
2	Minera IRL	Corihuarmi	ST-05	34	Industrial	Coyllorcocha	4	114-2019-ANA-DCERH
3	Compañía Minera Los Chunchos S.A.C.	Heraldos Negros	EW-05	5,965	Industrial	Esperanza	4	101-2015-ANA-DGCRH
4	Compañía Minera Coimolache S.A.	Tantahuatay	E-1A	9	Industrial	Los Gentiles	4	151-2014-ANA-DGCRH
5	Empresa Administradora Chungar S.A.C.	Animon	E-2	544,5	Industrial	Naticochoa Norte	4	031-2016-ANA-DGCRH
6	Empresa Minera Los Quenuales S.A.	Contonga	R-1	31	Industrial	Pajushcocha	4	114-2018-ANA-DCERH

⁷ En este punto es importante precisar que la autorización de vertimiento es otorgada por la ANA mediante una resolución directoral; asimismo, en una resolución se pueden autorizar uno o más vertimientos.

7	Compañía Minera Raura S.A.	Raura	M-1/E-20A	577,6	Industrial	Rupahuay	4	199-2017-ANA-DGCRH
8	Compañía Minera Alpamarca S.A.C.	Alpamarca	M-2	2	Industrial	San Miguel	4	143-2016-ANA-DGCRH
9	Compañía Minera Atacocha S.A.A.	Sinaycocha	E-08	50	Industrial	Sinaycocha	4	238-2016-ANA-DGCRH
10	Compañía Minera Raura S.A.	Raura	E-04A	150	Industrial	Tinquicocha	4	173-2015-ANA-DGCRH
11	Minera IRL	Corihuarmi	EBD	12,22	Industrial	Ujjujuy	4	114-2019-ANA-DCERH
12	Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.	Austria Duvaz	EF-01	0,29	Doméstica	Huascacocha	3	142-2018-ANA-DCERH
13	Lumina Cooper S.A.C.	El Galeno	V1-A	0,307	Doméstica	Dos Colores	4	142-2015-ANA-DGCRH
14	Volcan Compañía Minera S.A.A.	Ticlio	AS-04	0,0834	Doméstica	Huacracocha	4	007-2016-ANA-DGCRH
15	Compañía Minera Coimolache S.A.	Tantahuatay	E-03	0,7	Doméstica	Los Gentiles	4	145-2017-ANA-DGCRH

Fuente: Sub Sistema Oficial de Información del Agua - SOFIA

<http://geo.ana.gob.pe/calidad/>

Asimismo, de acuerdo al artículo 175° de la LRH, el Estado no puede otorgar autorizaciones de vertimiento en cabeceras de cuenca en las que se inicien cursos de agua de una red hidrográfica, debido que se les considera zonas vulnerables. Cabe precisar que esta prohibición no incluye a las lagunas, por lo que sí es posible realizar vertimientos en éstas.

En esta línea, los artículos 133° y 137° del Reglamento de la LRH, señalan que el vertimiento autorizado debe cumplir los LMP, no debe generar la trasgresión de los ECA en el cuerpo receptor, no perjudique el ecosistema, se encuentre contemplado en un IGA, entre otros.

En el caso bajo investigación, en el artículo 9° de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos se establece un régimen de excepción. En dicho régimen, la autoridad competente tiene la facultad de requerir que se cumplan con LMP más estrictos a los aprobados. En este punto, es necesario especificar que este supuesto aplica cuando, a partir de la evaluación del IGA correspondiente, se determina que la actividad que se proyecta implementar ocasionaría el incumplimiento del respectivo ECA.

A partir de lo antes señalado, es posible identificar dos aspectos principales. El primer aspecto es que no se establece el procedimiento correspondiente o la etapa específica durante la evaluación del IGA en la que se debe realizar la exigencia del cumplimiento de LMP especiales. Asimismo, tampoco se hace referencia al procedimiento o criterios a considerar para la determinación de dichos LMP.

Actualmente, existen dos entidades que aprueban IGA para actividades de la gran y mediana minería, o también llamadas entidades certificadoras; por un lado, está el Ministerio de Energía y Minas (en adelante, Minem), mientras que por otro lado existe el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (en adelante, Senace), los cuales aprueban los siguientes IGA:

Tabla N° 06

IGA aplicables para actividades mineras y entidades competentes para su aprobación

Instrumento de Gestión Ambiental	Entidad competente	
	Minem	Senace
Ficha Técnica Ambiental - FTA	X	
Declaración de Impacto Ambiental - DIA	X	
Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado - EIAsd	X	
Estudio de Impacto Ambiental Detallado - EIAd		X
Plan de Cierre de Minas - PCM	X	
Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros - PCPAM	X	
Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (*) - PAMA	X	

(*) Actualmente ya no se aprueba; no obstante, existen algunos vigentes a la fecha.

En este punto es importante señalar que la modificación, actualización o Informe Técnico Sustentatorio (para modificaciones que no generan impactos ambientales significativos) son aprobados por la entidad certificadora competente. Esto quiere decir que, en caso se requiera modificar un EIAd, corresponde que éste sea aprobado por el Senace⁸.

⁸ Es importante señalar que, de acuerdo a la Segunda Disposición Complementaria Transitoria de la Ley N° 29968, "Ley de creación del Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE)", el Senace podrá aprobar EIAsd, siempre que dicha competencia le sea transferida por el sector correspondiente, por lo menos dos años después de que se le haya transferido la competencia para la aprobación del EIAd.

Si bien el Senace asumió, a partir del 28 de diciembre de 2015, la competencia para aprobar los EIAd (de acuerdo a lo señalado en la Resolución Ministerial N° 328 -2015-MINAM), actualmente no existe un proceso de trasferencia para que Senace asuma la competencia para aprobación del EIAsd.

Aunado a lo antes indicado, el numeral 12.1 del artículo 12° de la LSEIA, dispone que la autoridad competente, luego de la evaluación del IGA, elabora un informe técnico-legal en el que se debe incluir, entre otros aspectos, las obligaciones que se hubieren añadido a raíz de la evaluación, en caso corresponda. Cabe señalar que, dicho informe sirve de sustento para Resolución a través de la cual se aprueba el IGA.

A pesar de la disposición en la norma señalada, resulta relevante precisar que ésta no indica el criterio o procedimiento que deben seguir las entidades competentes para determinar o identificar las obligaciones adicionales que resulten necesarias para la ejecución de la actividad. Por tanto, aun cuando esta norma se aprecie en conjunto con el artículo 9° de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, sigue siendo necesario el establecimiento de criterios que permitan a la autoridad competente poder determinar los LMP especiales.

Por otro lado, el segundo aspecto principal identificado a partir del artículo 9° de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, es que los LMP especiales se determinan cuando la actividad puede ocasionar el incumplimiento de un ECA. Es decir, que estos LMP no se fijan de acuerdo al cuerpo de agua en particular sobre el cual se va a verter el efluente, sino que es fijado según el ECA para agua, el cual establece valores generales para lagunas.

En resumen, cuando se realicen vertimientos en lagunas y se considere que es necesario establecer un régimen de excepción, lo cual conlleva a determinar LMP más estrictos, éstos LMP van a ser determinados en función de valores generales y no en función del cuerpo de agua en particular sobre el cual se va a realizar el vertimiento.

Esta aplicación normativa nos muestra contrariedad en su finalidad, puesto que en una primera parte se entiende que se busca establecer un régimen especial para los casos con características particulares; no obstante, para poder hacerlo se deben considerar valores generales, lo cual le resta la particularidad a cada escenario.

Asimismo, respecto a los efluentes industriales minero-metalúrgicos vertidos en lagunas (consignado en la Tabla N° 5 del presente Trabajo de Investigación), se ha logrado recabar la siguiente información:

Tabla N° 07

Valores de pH en líneas base comparados con valores de los efluentes vertidos en estos cuerpos de agua

N°	Titular	Unidad	Punto de Control Efluente	Descripción	Laguna	ECA		Valor Línea Base Ambiental					Efluente		
						Cat.	Rango Norma	Tipo	Resolución Directoral (RD)	Punto de Control	Valor de pH asignado en LBA	Fecha muestra	Fecha muestra	Valor	Rango Norma
1	Empresa Explotadora de Vinchos LTDA S.A.C.	Vinchos	PM-01	Aguas Residuales Industriales Tratadas	Mancacoto	3	6.5 – 8.5	EIA	108-2015-MEM-DGAAM	PL 1 (parte norte) PL 2 (parte sur)	8,68 9,30	Primer Trimestre 2008	Marzo 2019(*)	8,33	6 - 9
2	Minera IRL	Corihuarmi	ST-05	Sistema de tratamiento ST-05 para el manejo de aguas de escorrentía provenientes del área de los tajos Susan, Diana, Ampliación Diana y Screeslope	Coyllorcocha	4	6.5 – 9	EIA	117-2007-MEM-AAM	SW-05	7,53	Enero Setiembre Octubre 2019	Marzo 2019(**)	6,7	6 - 9
3	Compañía Minera Los Chunchos S.A.C.	Heraldos Negros	EW-05	Efluente de aguas residuales industriales tratadas	Esperanza	4	6.5 – 9	EIA	476-2006 MEM-AAM	HN-1W	8,36	2005	Setiembre 2019(*)	8,16	6 - 9
4	Compañía Minera Coimolache S.A.	Tantahuatay	E-1A	Efluente de la planta de tratamiento de aguas ácidas	Los Gentiles	4	6.5 – 9	EIA	172-2009-MEM/AAM	LG1-1	3,96	Mayo 2007	Abril 2019(**)	11.70	6 - 9
										LG-2	4,00	Mayo 2007	Mayo 2019		
5	Empresa Administradora Chungar S.A.C.	Animon	E-2	Salida de las pozas de sedimentación (canal que descarga a la laguna Naticocha Norte)	Naticocha Norte	4	6.5 – 9	EIA	387-2001-EM/DGAA	A	6,22	Abril 1997	Abril 2019(*)	8,28	6 - 9
7	Empresa Minera Los Quenuales S.A.	Contonga	R-1	Salida de pozas de sedimentación	Pajushcocha	4	6.5 – 9	EIA	293-2005-MEM/AAM	Laguna Pajushcocha	7,2	Marzo 2004	Agosto 2019(*)	8,65	6 - 9
6	Compañía Minera Raura S.A.	Raura	M-1/E-20A	Efluente de mina a la salida del tratamiento	Rupahuay	4	6.5 – 9	ITS PAMA	060-2015-MEM-DGAAM	M6 / E-SRL	8,40	Julio 2011	Julio 2019(*)	8,08	6 - 9
7	Compañía Minera Alpamarca S.A.C.	Alpamarca	M-2	Aguas residuales industriales de la bocamina San Miguel	San Miguel	4	6.5 – 9	EIA	220-2010-MEM/AAM	M-5	8,12	Abril 2009	Julio 2018(*)	8,10	6 - 9
8	Compañía Minera Atacocha S.A.A.	Sinaycocha	E-08	Agua de mina Nazca Paracas	Sinaycocha	4	6.5 – 9	EIA	316-2001-EM/DGAA	S-1	6,00	Setiembre 2000	---	---(**)	6 - 9
9	Compañía Minera Raura S.A.	Raura	E-04A	Descarga de las aguas de mina tratadas provenientes de la Bocamina Tinquicocha Nv. 380 a la laguna Tinquicocha	Tinquicocha	4	6.5 – 9	EIA	RD del 22/09/1995	TI	6,52	1995	Noviembre 2018(*)	7,08	6 - 9
10	Minera IRL	Corihuarmi	EBD	Sistema de tratamiento al suroeste de la poza de botadero de material inadecuado (EBD) para el manejo de aguas de escorrentía provenientes del subdrenaje y canal de coronación del depósito de desmonte	Ujujuy	4	6.5 – 9	EIA	066-2010-MEM/AAM	SW-15	8,50	Junio 2009	Marzo 2019(**)	7,56	6 - 9

(* Fuente: Reportes públicos de Supervisión del OEFA)

(**) Fuente: Información presentada por el titular de la actividad minera en el Reporte Trimestral de Monitoreo de calidad de agua

(***) No se obtuvo información

Debido a los procesos propios de las actividades mineras en los que se usan líquidos, tales como aumento de concentración de minerales a través de procesos físico-químicos, fundición, refinación, entre otros, es común la generación de efluentes cuyas características disten de aquellas con las que ingresaron al proceso minero; por ello, resulta necesario efectuar el tratamiento de dichas aguas industriales a efectos de descargarlas al ambiente sin generar alteración en el cuerpo receptor.

En este punto es conveniente señalar que, como se indicó en el Capítulo 1, las lagunas son importantes debido a que representan reservas de agua para nuestro país, así como por albergar flora y/o fauna acuática. En ese sentido, el vertimiento de efluentes minero-metalúrgicos en dicho cuerpo receptor, con valores alejados a los naturales, puede generar la disminución o pérdida de su calidad y recursos.

De la revisión del contenido de la Tabla N° 07, es posible observar que en el noventa por ciento (90%) de los casos, los efluentes minero-metalúrgicos provenientes de unidades son vertidos cumpliendo con los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, lo cual indicaría que, legalmente la actividad minera no estaría generando algún tipo de afectación a las lagunas. No obstante, a través del presente Trabajo de Investigación, se pretende demostrar que el cumplimiento de los LMP actuales no necesariamente garantiza evitar el menoscabo de estos cuerpos hídricos.

De otro lado, respecto al diez por ciento restante (10%), es decir el caso de Compañía Minera Coimolache (en adelante, Coimolache), se advierte que el valor encontrado en la laguna Los Gentiles tiene una tendencia ácida que oscila entre 3,96 a 4 unidades de pH. Sin embargo, aun cuando se exija a Coimolache cumplir con los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos (con valores de 6 a 9 unidades de pH), se estaría generando una afectación debido a que se estaría neutralizando un cuerpo de agua que es naturalmente ácido. A pesar de lo antes señalado, en el caso concreto, Coimolache ha vertido su efluente con un valor de 11.7 unidades de pH, generando una afectación más elevada debido a que dicho valor se encuentra mucho más apartado del valor natural.

En relación a los casos expuestos en la Tabla N° 07, se procederá a analizar dos de ellos: el de la laguna Los Gentiles y la laguna Mancacoto. Se han escogido estos casos considerando que en el primero, el valor natural de la laguna se encuentra por debajo del rango establecido

para el parámetro pH; mientras que, en el segundo caso, el valor se encuentra por encima de dicho rango.

En el caso relacionado a la laguna Los Gentiles, cuerpo receptor de un efluente proveniente de la unidad minera Tantahuatay de Compañía Minera Coimolache S.A., en su EIA se indica que el valor inferior de unidades de pH se debe a procesos geoquímicos de la oxidación de pirita, un mineral preponderante en la zona, así como a “*procesos de intercambio iónico asociados a la meteorización de calcita-dolomita y silicatos, con probable meteorización de plagioclasa*”. Cabe precisar que en la mencionada laguna es posible encontrar fauna tal como la especie *Anas flavirostris* o también conocido como “*pato barcino*”, quienes se adecúan a este medio.

Del mismo modo, en el caso de Empresa Explotadora de Vinchos LTDA S.A.C., su efluente tiene un valor de 8,33 unidades de pH; mientras que, el cuerpo receptor, es decir la laguna Mancacoto, posee de forma natural entre 8,68 a 9,30 unidades de pH. En este punto, es importante mencionar que si durante una acción de supervisión ambiental, el OEFA (en su calidad de autoridad de fiscalización ambiental competente) hubiese detectado un efluente con 9,3 unidades de pH, es probable que esta detección sea sancionada desde 3 hasta 300 Unidades Impositivas Tributarias – UIT⁹ debido a que el efluente estaría superando el valor del parámetro pH en LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos. Considerando el valor actual de la UIT, según el Decreto Supremo N° 298-2018-EF, la multa a pagar se encontraría entre los S/ 12600 (doce mil seiscientos) al S/ 1260000 (un millón doscientos sesenta mil) soles.

⁹ Resolución de Consejo Directivo N° 045-2013-OEFA-CD, que aprueba la Tipificación de Infracciones y Escala de Sanciones relacionadas al incumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) previstos para actividades económicas bajo el ámbito de competencia del OEFA

N°	Infracción	Base Normativa Referencial	Calificación de la gravedad de la infracción	Sanción Monetaria
1	Excederse hasta en 10% por encima de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa aplicable, respecto de parámetros que no califican como de mayor riesgo ambiental	Artículo 117° de la Ley General del Ambiente y Artículo 17° de la Ley del SINEFA.	Leve	3 a 300

Adicionalmente, es importante resaltar que, los valores de pH de la laguna Mancacoto se encuentran fuera del rango aprobado en el ECA para Agua y aplicable para la categoría E1, en las cuales se encuentran las lagunas. En virtud a lo antes señalado, es posible concluir que la disminución o superación del rango de pH no constituiría una alteración de la calidad de algunas lagunas si nos fijamos que, originalmente, sus valores naturales son distintos a los regulados.

Por otra parte, en la Exposición de Motivos de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, se consideró necesario aprobar dichos LMP a efectos de proteger la salud de las personas y salvaguardar la calidad ambiental de los cuerpos receptores puesto que los efluentes provenientes de las actividades mineras se encuentran relacionados a impactos ambientales en los cuerpos lóticos.

Al respecto, resulta relevante mencionar que los cuerpos de agua lóticos son aquellos que se encuentran en movimiento, a diferencia de los cuerpos de agua lénticos, que se conocen por ser aguas quietas, tales como los lagos y lagunas. Asimismo, los impactos recibidos en un cuerpo de agua lótico, como un río, no son los mismos que en cuerpo de agua léntico. Esto debido a que, considerando que los cuerpos de agua lóticos están en constante movimiento, el efluente vertido en el mismo se va a mezclar y diluir o combinar con el caudal del río durante su recorrido. Mientras que, los cuerpos de agua lénticos, no tienen movimiento ni el mismo ritmo de renovación de aguas como en un río; por lo que es altamente probable la generación de impactos acumulativos.

En esta línea de análisis, se entiende que los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos han sido diseñados para cuerpos de agua lóticos (en movimiento) y no se ha tenido en consideración a los cuerpos de agua lénticos (o aguas quietas) y su naturaleza; no obstante, su aplicación también abarca a estos últimos. A diferencia de ello, en el ECA para Agua sí se han establecido valores específicos para las lagunas. Es importante precisar que estos valores son aplicables para todas las lagunas en general, ya que no se hace distinción en la ubicación o características propias de cada laguna.

Del mismo modo, mediante Decreto Supremo N° 007-2010-AG, el Ministerio de Agricultura declaró de interés nacional *“la protección de la calidad del agua en las fuentes naturales y sus bienes asociados”* para evitar que estas fuentes se vean amenazadas frente al peligro de un daño grave o irreversible. En ese sentido, se dispuso que la ANA priorice la ejecución de

vigilancia y monitoreo en los ríos afectados por contaminación. Es decir que, la normativa sigue enfocada en cuerpos de agua loticos y no considera a los lénticos.

A pesar de lo antes señalado, es preciso indicar que económicamente sí existe un tratamiento diferenciado para los efluentes minero-metalúrgicos respecto de los efluentes de otras actividades, el cual a su vez se diferencia de acuerdo al tipo de ECA que al que el efluente se debe adaptar, según el siguiente cuadro:

Tabla N° 08

Retribución económica por vertimiento de efluentes

Tipo de aguas residuales según fuente generadora		Clasificación del cuerpo de agua superficial receptor			
		ECA-Agua 1 soles/m ³	ECA-Agua 2 soles/m ³	ECA-Agua 3 soles/m ³	ECA-Agua 4 soles/m ³
Aguas residuales doméstico-municipales		0.0068	0.0064	0.0058	0.0060
Aguas residuales industriales	Saneamiento y otros*	0.0034	0.0032	0.0029	0.0030
	Energía	0.0542	0.0506	0.0452	0.0470
	Minería	0.0611	0.0570	0.0508	0.0529
	Agroindustria	0.0136	0.0127	0.0112	0.0118
	Industria	0.0270	0.0254	0.0226	0.0235
	Pesquería	0.0204	0.0190	0.0170	0.0176

* Aguas residuales generadas en los procesos de potabilización y desalinización de agua

Fuente: Decreto Supremo N° 014-2018-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba valores de retribuciones económicas a pagar por uso de agua superficial y subterránea y por el vertimiento de agua residual tratada a aplicarse en el año 2019

En conclusión, en nuestro país es posible verter efluentes minero-metalúrgicos en lagunas siempre que se cumplan los LMP, no se infrinjan los ECA y estén contemplados en un IGA. En este punto, es importante conocer la legislación en otros países de Sudamérica en esta materia. Para ello se han escogido los países Chile y Colombia.

En el presente capítulo se pretende abordar los modelos normativos de tres países que cuenten con potencial minero y legislación ambiental, a efectos de investigar si cuentan con una normativa especial para el caso de efluentes a ser vertidos en ecosistema frágiles como las lagunas. Con esta información, se buscará la posible aplicación de cada uno de dichos modelos en nuestro país, así como sus ventajas y desventajas.

2.3. Legislación Colombiana

Al igual que en nuestro caso, el artículo 79° de la Constitución Nacional de Colombia reconoce el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano. Para proteger este derecho se protege el ambiente, en tanto es un entorno vital de las personas, por la conexión que tiene con la salud y el bienestar, los cuales son la puerta de entrada al derecho fundamental a la vida (González Villa, Derecho Ambiental Colombiano, 2006).

Por consiguiente, existen normas que buscan prevenir la contaminación. A propósito de este término, se considera que los vertimientos dentro de los límites tolerados no son considerados contaminación, sino un “daño lícito” puesto que dentro de los límites autorizados no deben generarse daños graves al ambiente; cabe precisar que los impactos del “daño lícito” pueden ser neutralizados por la naturaleza (González Villa, Derecho Ambiental Colombiano, 2006).

En este sentido, de acuerdo al Decreto N° 1076 de 2015 que reglamenta la “tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones”, se considera que el vertimiento de efluentes constituye una consecuencia nociva cuando la concentración de parámetros contaminantes, así como su caudal, puedan generar degradación o alteración de las condiciones del cuerpo sobre el cual son descargados.

Por otro lado, en aspectos relacionados al cálculo de la tasa retributiva por vertimiento de efluentes, en Colombia dicha tasa se calcula en función a la unidad de carga contaminante (parámetros regulados objetos de cobro) presente en los vertimientos; mientras que, en Perú,

el cálculo se realiza considerando el tipo de actividad, cuerpo receptor y si el tipo de agua residual es industrial o doméstico-municipal (ver Tabla N° 08).

El Decreto N° 1076 de 2015 que expide el “*Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*” reconoce que la legislación ambiental prioriza la protección de humedales y zonas costeras, entre otros. Por otro lado, en la referida norma se señala que las lagunas se ubican en la zona costera, a diferencia del caso peruano, en el que éstas se pueden ubicar en cualquier parte del territorio (costa, sierra y selva).

Respecto a la protección que se brinda a las lagunas, Colombia cuenta con la “Política Nacional para Humedales Interiores”, a través de la cual se reconocen las funciones de estos tales como recarga y descarga de acuíferos, retención de sedimentos y de nutrientes, base para las cadenas tróficas, espacio para el desarrollo de la vida silvestre, fuentes de agua, entre otros.

Por ello, en la gestión del uso y conservación de los humedales (dentro de los cuales encontramos a las lagunas) se aplican los principios de visión y manejo integral, planificación y ordenamiento ambiental territorial, articulación y participación, conservación y uso sostenible, responsabilidad global compartida, precaución y reconocimiento a las diversas formas de conocimiento (Colombia, 2002).

En otras palabras, con dicha Política, se busca promover la conservación, así como el uso sostenible de las lagunas a efectos de salvaguardar y adquirir beneficios ecológicos, los cuales repercuten en aspectos socioculturales y económicos que, a su vez, aportan al desarrollo integral del país. La estrategia establecida para alcanzar la mencionada meta se divide en tres estrategias: a) manejo y uso sostenible; b) conservación y recuperación; y, c) concientización y sensibilización.

Al respecto, es importante precisar que si bien el Perú no cuenta con una política exclusiva para humedales o lagunas, nuestro país cuenta con la Política Nacional del Ambiente, aprobada por Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, en el que se reconoce que la calidad del ambiente se ha visto afectada a causa de diversas actividades como las extractivas (en la que se encuentra incluida la minería), por ello se establecieron lineamientos para mejorar los estándares ambientales así como la verificación de su cumplimiento.

Por otro lado, tanto la legislación colombiana como la peruana prohíben efectuar vertimientos en una zona de nacimiento de agua, en el área aguas arriba de bocatomas para agua potables, o en un área natural protegida. De forma similar, en ambas legislaciones se contempla la posibilidad de realizar vertimiento de efluentes en un alcantarillado o cuerpos de agua superficiales, tal como las lagunas.

Del mismo modo, antes de gestionar el permiso de vertimiento, éste debe encontrarse descrito en un estudio de impacto ambiental. Con base a este instrumento se pueden identificar las condiciones del en las que realizará el vertimiento, puesto que contiene el plan de manejo ambiental en el que se disponen las acciones de mitigación, compensación, corrección o prevención de los efectos negativos en el agua.

Los vertimientos de efluentes minero-metalúrgicos se encuentran regulados en el artículo 10° de la Resolución 631 de 2015 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, en dicha norma se determinan los parámetros y LMP para las descargas en cuerpos de agua superficiales.

Cabe precisar que, de acuerdo a la norma citada, se establecen diferentes LMP de acuerdo a la actividad extractiva realizada. En ese sentido, existen LMP para (a) extracción de carbón de piedra y lignito, (b) extracción de minerales de hierro, (c) extracción de oro y otros metales preciosos, (d) extracción de minerales de níquel y otros minerales metalíferos no ferrosos, y (e) extracción de minerales de otras minas y canteras.

A pesar de que la legislación colombiana cuenta con LMP según la actividad extractiva que se realice, los valores en los parámetros son de aplicación para todos los titulares de actividad en toda la extensión geográfica del país, no haciendo distinción en los diferentes cuerpos de agua receptores.

2.4. Legislación Chilena

Al igual que en el caso peruano y colombiano, la influencia de la Conferencia de Estocolmo se puede observar en la Constitución de Chile, en cuyo numeral 8 del artículo 19° reconoce el derecho de las personas a vivir en un ambiente que se encuentre libre de contaminación, así como el deber del Estado de tutelar la preservación de la naturaleza. En ese mismo numeral se adiciona que el Estado, a través de una ley, puede restringir ciertos derechos o libertades con fines de protección ambiental.

En las décadas anteriores, debido a la falta de normativas ambientales y desconocimiento, muchos desechos mineros eran eliminados en lagunas, lechos de río, valles, quebradas e incluso en el mar (Yurisch, 2016). En ese sentido, se han desarrollado regulación ambiental que busca evitar que estos impactos se sigan generando.

La minería chilena se caracteriza por ser en gran parte exportadora de cobre. Cabe precisar que, según el Consejo Minero de Chile, en el año 2018, el 91% de exportaciones de minerales fueron de cobre. Por otro lado, el mayor consumo de agua se efectúa por parte del sector agropecuario, al igual que en nuestro país; en el año 2015, el consumo de agua del sector agropecuario fue de 82%, mientras que el sector minero hizo uso del 3%. Aproximadamente un tercio del agua usada por el sector minero proviene de fuentes superficiales. En este punto es importante mencionar que, en el año 2018, el 74% del agua usada en la minería de cobre fue recirculada, lo implica la disminución de efluentes mineros (Consejo Minero, 2019).

Es importante destacar que el agua recirculada también pasa por un tratamiento. Al respecto, el tratamiento de las aguas residuales busca volver a otorgar las características que poseía el agua antes de su uso a efectos de poder ser reusada en los procesos en la que fue originada, así como en otro tipo de procesos o ser vertida al ambiente (Consejo Minero, 2002).

Por tanto, en ejercicio del deber de protección del ambiente, se han desarrollado normas para evitar la contaminación ambiental, entendida según el literal c) del artículo 2° de la Ley N° 19300, Ley sobre bases generales del medio ambiente de Chile, como la existencia en el ambiente de elementos en concentraciones superiores (o inferiores, dependiendo del caso) a las permitidas legalmente.

Respecto a la política ambiental chilena, este país cuenta con la “Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 – 2030” en la que se plantean medidas relacionadas al uso sostenible y conservación de los humedales. Dentro de estas estrategias, se tiene como meta que para el año 2020, se establezcan coordinaciones con los sectores productivos a efectos de concertar y fomentar herramientas que permitan el uso sostenible de los humedales.

De acuerdo al artículo 2° del Código de Aguas de Chile, aprobado por Decreto con Fuerza de Ley N° 1122, las aguas superficiales se encuentran a la vista de las personas y pueden ser corrientes (encontrarse en movimiento) o detenidas; respecto a estas últimas, se considera a las lagunas dentro de este grupo por estar acumuladas en depósitos naturales

Cabe precisar que, según el artículo 11° de la Ley N° 19300, las actividades que puedan causar efectos adversos significativos cualitativos o cuantitativos en el agua deben contar con un estudio de impacto ambiental.

Por su parte, el artículo 140° del Decreto N° 1/1992, que aprueba el “Reglamento para el control de la contaminación acuática” señala que la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante autorizar el vertimiento de agua en la jurisdicción nacional, siempre que éstas no generen daños o perjuicios en el cuerpo receptor, flora o fauna.

Del mismo modo, en relación a los vertimientos de aguas residuales tratadas, Chile ha establecido la “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales”, aprobado por Decreto Supremo N° 090/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Esta normativa resulta aplicable a todos los vertimientos que se efectúen en cuerpos de agua marinos y continentales superficiales dentro del territorio chileno.

Al respecto, es importante señalar que, dicha norma establece dos niveles de LMP. El primero es de obligatorio cumplimiento y es aplicable sin ningún tipo de distinción para todos los efluentes provenientes de diversos sectores; esto quiere decir que, no existen diferenciación en los valores de LMP que se encuentran obligados a cumplir los efluentes provenientes de las actividades del sector industrial, minero, pesquero, etcétera.

El segundo LMP es más estricto que el primero (y, por ende, más favorable al ambiente); sin embargo, no es de obligatorio cumplimiento. No obstante, el beneficio que otorga cumplir con el segundo LMP radica en que el efluente ya no es considerado como fuente emisora; en consecuencia, se exime la obligación de monitorear los cuerpos de agua (agua superficial).

Cabe precisar que, esta normativa resulta interesante, puesto que promueve que los titulares de actividades procuren que sus efluentes cumplan con el segundo LMP a efectos de evitar realizar el monitoreo en cuerpos de agua, lo cual implica la reducción de costos en la empresa. A pesar de contar con este modelo regulativo en un país minero limítrofe, esto no es aplicado en el Perú.

Asimismo, en la normativa chilena se establecen diferentes valores de LMP según los cuerpos receptores; en ese sentido, existen los siguientes LMP para la descarga de residuos líquidos: (a) a cuerpos de agua fluviales, (b) a cuerpos de agua fluviales considerando la capacidad de

dilución del cuerpo receptor, (c) a cuerpos de agua lacustres (dentro de los cuales se considera a las lagunas), (d) a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, y (e) a cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral.

Dentro de las consideraciones generales para la aplicación de los diferentes LMP, el numeral 4.1.3 del Acápito 4 del Decreto Supremo N° 090/2000 se especifica que cuando el contenido natural del cuerpo receptor supera el LMP establecido, la descarga deberá ser igual a dicho contenido natural.

Por tanto, si bien existen LMP generales establecidos para los cuerpos de agua lacustres en el territorio chileno, también cuentan con herramientas legales que podrían permitir la adecuación de los LMP a la calidad que poseen los cuerpos receptores, siempre que éstos sean mayores.

2.5. Legislación Canadiense

A principio de la década de 1990, el sector minero comenzó una campaña que denominaron “*Mantengamos la Minería en Canadá*”, con la cual lograron que el Departamento de Recursos Naturales de Canadá y también la Comisión Permanente de Recursos Naturales de la Cámara de Comunes recomiendan disminuir el plazo en el otorgamiento de permisos para operaciones mineras, analizar si los compromisos de los estudios de impacto ambiental podían generar un impacto en la competitividad de las empresas, reducir la atención en los estudios de impacto ambiental respecto a los efectos acumulativos que pudieran generarse, entre otros. Cabe precisar que, en marzo de 1997, la gran parte de estas recomendaciones fueron adoptadas por el gobierno federal (Chamber & Winfield, 2000).

Por tanto, Canadá no es solo un país cuya economía se beneficia bastante de la minería, sino que aquí el Estado ha tenido un papel activo e importante para fomentar las inversiones en dicha actividad.

Por su parte, la Constitución Canadiense de 1982 no menciona, como en los casos de Perú, Chile y Colombia, el derecho de las personas a gozar de un ambiente que garantice la calidad de sus vidas. No obstante, sí cuenta con otras regulaciones tal como la Ley de Evaluación del Impacto (*Impact Assessment Act 2019*), mediante la cual se busca proteger el ambiente, así como la salud de las personas.

Asimismo, respecto a efluentes minero-metalúrgicos, Canadá cuenta con la “Regulación de Efluentes de Minería de Metales y Diamantes” (*Metal and Diamond Mining Effluent Regulations SOR/2002-222*). En el numeral 4 de la Parte 1 de dicha norma se señala que el titular de una actividad minera puede verter efluentes siempre que éstos no superen los LMP establecidos, que su pH sea igual o mayor a 6.0 pero no mayor a 9.5 unidades y que no sea extremadamente letal.

De lo antes señalado, se entiende que los LMP establecidos se aplican a nivel nacional, sin importar. Asimismo, la norma precisa dos aspectos importantes con relación a la materia de investigación del presente Trabajo: que existen lagunas identificadas en la norma que pueden ser áreas de embalse de relaves; y, que se pueden verter efluentes en cuerpos de agua siempre que no sean frecuentados por peces.

Por tanto, a pesar de que Canadá cuenta con una normativa general que define los LMP de efluentes mineros, también establece algunas prohibiciones en beneficio de la protección de los peces.

A manera de resumen, en nuestro país contamos con LMP para efluentes minero-metalúrgicos, así como con la posibilidad de establecer un régimen especial de LMP cuando corresponda. No obstante, en este último caso, para efectos de la determinación del régimen especial de LMP, se deben considerar los valores establecidos en el ECA para agua (que contiene valores generales aplicables a nivel nacional) y no se contempla la calidad del cuerpo de agua, en particular, que recibe el vertimiento. Este modelo difiere del chileno, en el que sí se considera la calidad del cuerpo receptor para el régimen especial de LMP aplicable en casos individuales.

En este punto es importante precisar que, en el siguiente capítulo se va a analizar la aplicación de la normativa chile y colombiana en nuestro país, puesto que poseen normas distintas a las peruanas. Asimismo, respecto a la normativa canadiense, si bien tiene aspectos importantes como la protección de lagunas frecuentadas por peces, este tema también se encuentra regulado en nuestra normativa.

Capítulo 3: Análisis y Discusión

En el presente capítulo, se van a abordar temas relacionados al análisis de los modelos normativos de Colombia y Chile, considerando que se trata de países de América del Sur que destacan por sus recursos minerales, así como su aplicación en nuestro país. Asimismo, se va a proponer una mejora normativa basada en los criterios de aplicación de la realidad, flexibilidad y protección ambiental.

Respecto al modelo canadiense descrito en el capítulo anterior, éste ha sido apartado de la comparación en el presente capítulo debido a que, a pesar de que este país cuente con LMP aplicables para efluentes, no existe normativa o referencia para determinar LMP distintos a los generales cuando se realicen vertimientos de efluentes minero-metalúrgicos en lagunas.

3.1. Aplicación del modelo normativo colombiano

Respecto a la estructura política, nuestro país, al igual que Colombia cuenta con un Ministerio del Ambiente. Asimismo, en la Constitución de ambos países se recoge el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano, en tanto este es un espacio en el que se desarrollan las personas. A continuación, se muestran las principales normas en Colombia respecto a efluentes minero-metalúrgicos:

Tabla N° 09

Comparación Normativa entre Colombia y Perú

N°	Descripción	Colombia	Perú
1	Protección constitucional del ambiente como derecho de las personas	Artículo 79° de la Constitución de Colombia	Numeral 22 del Artículo 2° de la Constitución del Perú

2	Pago de tasa por vertimiento de efluentes mineros	Decreto N° 2667 de 2012, por el cual se reglamenta la “tasa retributiva por la utilización directa e indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales, y se toman otras determinaciones”	Decreto Supremo N° 014-2018-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba valores de retribuciones económicas a pagar por uso de agua superficial y subterránea y por el vertimiento de agua residual tratada a aplicarse en el año 2019
3	Protección de lagunas o humedales	Decreto N° 1076 de 2015 que expide el “Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible	Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos
4	Política Específica para la protección de lagunas o humedales	Política Nacional para Humedales Interiores	No, solo se cuenta con la Política Nacional del Ambiente
5	LMP para efluentes minero-metalúrgicos	Resolución 631 de 2015 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.	Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, el cual aprueba los “Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas”

Respecto a la aplicación de los aspectos que distinguen modelo normativo colombiano, es importante destacar que existen LMP para cada actividad del sector minero. La Resolución 631 de 2015 del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia determina los parámetros y valores que los efluentes deben cumplir en las actividades de (a) extracción de carbón de piedra y lignito, (b) extracción de minerales de hierro, (c) extracción de oro y otros metales preciosos, (d) extracción de minerales de níquel y otros minerales metalíferos no ferrosos, y (e) extracción de minerales de otras minas y canteras.

Este modelo resulta interesante, ya que en cada actividad existen distintos parámetros puesto que los LMP están diseñados según los insumos que sean propios o más usados en cada una de estas actividades. En ese sentido, tener una única lista de LMP para todos los tipos de efluentes minero-metalúrgicos implicaría que deban tomarse muestras o realizar mayores análisis a los realmente necesarios o solo hacer análisis de los parámetros más importantes, dejando de lado otros que no se hayan considerado en los LMP generales, puesto que éstos no serían diseñados para cada actividad en exclusivo.

No obstante, la crítica al modelo colombiano y, por lo cual dicho modelo no resulta conveniente de replicar en nuestro país, es que, si bien se hace diferencias en la extracción de cada mineral, hay otras etapas en la minería en las cuales también se generan aguas residuales y no se explota el mineral, tales como durante la exploración, cierre de minas y cierre de pasivos ambientales mineros.

A pesar de lo antes señalado, el modelo colombiano, aun cuando cuente con LMP para cada actividad, sigue siendo amplio, puesto que no se considera qué hacer ante la posibilidad de que un cuerpo de agua receptor tenga valores naturalmente distintos a los LMP. En ese sentido, para efectos del presente Trabajo de Investigación, esta norma no sería de gran relevancia para establecer LMP estrictos en cuerpos de agua lénticos como las lagunas.

3.2. Aplicación del modelo normativo chileno

En lo concerniente a autoridades políticas, Chile, al igual que nuestro país cuenta con un Ministerio del Ambiente. Asimismo, en la Constitución de ambos países se recoge el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano, en tanto este es un espacio en el que se desarrollan las personas. A continuación, se muestran las principales normas en Chile respecto a efluentes minero-metalúrgicos:

Tabla N° 10

Comparación Normativa entre Chile y Perú

N°	Descripción	Colombia	Perú
1	Protección constitucional del ambiente como derecho de las personas	Numeral 8 del Artículo 19° de la Constitución de Chile	Numeral 22 del Artículo 2° de la Constitución del Perú
2	Pago de tasa por vertimiento de efluentes mineros	No cuenta	Decreto Supremo N° 014-2018-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba valores de retribuciones económicas a pagar por uso de agua superficial y subterránea y por el vertimiento de agua residual tratada a aplicarse en el año 2019
3	Protección de lagunas o humedales	Código de Aguas	Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos
4	Política para la protección de lagunas o humedales	“Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 – 2030”	Política Nacional del Ambiente
5	LMP para efluentes minero-metalúrgicos	Decreto Supremo N° 090/2000 que aprueba la “Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales”	Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, el cual aprueba los “Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas”

Respecto al marco normativo chileno, los LMP no se fijan de acuerdo a la actividad en la que se generan los efluentes, sino según los cuerpos receptores. Por tanto, existen los siguientes LMP para la descarga de residuos líquidos: (a) a cuerpos de agua fluviales, (b) a cuerpos de agua fluviales considerando la capacidad de dilución del cuerpo receptor, (c) a cuerpos de agua lacustres (dentro de los cuales se considera a las lagunas), (d) a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral, y (e) a cuerpos de agua marinos fuera de la zona de protección litoral.

Si bien es positivo que existan LMP de acuerdo al cuerpo receptor, es importante señalar que éstos son generales. Por ello, la normativa chilena establece que en casos en los que el cuerpo receptor excede naturalmente el LMP asignado, el valor de los parámetros analizados del efluente debe ser igual al contenido natural de dicho cuerpo. En este punto es importante rescatar que se puedan establecer LMP distintos a los generales que apliquen para los casos particulares basándose en la calidad del cuerpo receptor.

No obstante, el término “exceder” se relaciona a sobrepasar el valor establecido para un determinado parámetro. Al respecto, en el caso del pH (que se mide de 0 a 14 unidades) no hay un valor exacto sino un rango respecto del cual no se debe salir (ni exceso ni disminución), tal como se muestra a continuación en el siguiente gráfico:



3.3. Propuesta normativa

En base a lo señalado en los capítulos anteriores, resulta importante desarrollar criterios técnicos que puedan constituir una base para una propuesta legislativa que flexibilice y haga eficiente la reconsideración del rango del parámetro pH en los efluentes industriales minero-metalúrgicos vertidos en lagunas a través de la determinación de rangos especiales considerando sus valores naturales.

Los valores naturales de las lagunas pueden ser obtenidos a partir de la toma de muestra de cada una de ellas en particular. Asimismo, los resultados se obtienen sin mayores complicaciones, y tampoco es necesario llevar la muestra colectada ante un laboratorio, puesto que para medir el pH se usa un potenciómetro o pH-metro el cual arroja el resultado al instante. Cabe precisar que este equipo debe encontrarse debidamente calibrado.

Es importante señalar que, a efectos de contar con valores promedio, el muestreo debe realizarse como mínimo en época de sequía como de lluvia, tal como se recomienda en la elaboración de las Líneas de Base Ambiental de los estudios de impacto ambiental.

Respecto a los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos vigentes, según lo indicado en el Capítulo 2 del presente Trabajo de Investigación, en la Exposición de Motivos se explica que éstos han sido diseñados considerando la naturaleza de los cuerpos de agua lóticos, en los que se encuentran los ríos; por lo que se entiende que no se ha tenido en consideración a los cuerpos de agua lénticos (aguas quietas); no obstante, su aplicación también abarca a estos últimos.

A diferencia de ello, en el ECA para Agua sí se han establecido valores específicos para las lagunas. Sin embargo, es importante precisar que estos valores son aplicables para todas las lagunas en general, ya que no se hace distinción en la ubicación o características propias de cada una de ellas.

En ese sentido, resulta necesaria la existencia de un mecanismo que permita la implementación de LMP especiales, respecto al parámetro pH, en el caso que los vertimientos de efluentes minero-metalúrgicos se efectúen sobre lagunas con valores naturales distintos.

Por otro lado, es importante recalcar que la existencia de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos debe mantenerse vigente, puesto que se trata de una regla general a nivel nacional; por ello, frente a los casos especiales, se debería aplicar un régimen especial basado en las características únicas de cada cuerpo receptor.

En esta línea, a efectos de diseñar una herramienta legal que permita establecer LMP especiales cuando el contenido natural de un cuerpo receptor (tal como una laguna) es distinto a los valores o rangos establecidos para los parámetros regulados como el pH, es importante considerar que el vertimiento deba enmarcarse en referencia a las características del cuerpo sobre el cual se van a verter dichos efluentes:

Tabla N° 11

Propuesta normativa

Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM, que aprueba los “Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas	
Artículo vigente	Artículo propuesto
<p>Artículo 9.- Regímenes de Excepción</p> <p>“De manera excepcional, la Autoridad Competente podrá exigir el cumplimiento de límites de descarga más rigurosos a los aprobados por el presente Decreto Supremo, cuando de la evaluación del correspondiente instrumento de gestión ambiental se concluya que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento del respectivo Estándar de Calidad Ambiental - ECA.”</p>	<p>Artículo 9.- Regímenes de Excepción</p> <p>“De manera excepcional, la Autoridad Competente, usando criterios de flexibilidad, aplicación de la realidad y protección ambiental, puede exigir el cumplimiento de límites de descarga distintos a los aprobados por el presente Decreto Supremo, cuando de la evaluación del correspondiente instrumento de gestión ambiental se concluya que la implementación de la actividad implicaría el vertimiento de efluentes que ocasionarían impactos negativos no tolerables en el cuerpo receptor que podrían alterar sus características naturales.”</p>

En la propuesta antes señalada, se usa como referencia que no se generen “*impactos negativos no tolerables en el cuerpo receptor*”. Al respecto es importante recordar que en el Capítulo 1 se expresó que, las empresas de la gran y mediana minería pueden ejercer sus actividades libremente mientras cumplan con la normativa aplicable, cuenten con los títulos habilitantes correspondientes y no generen alteraciones no tolerables en el ambiente. Asimismo, los impactos no tolerables son aquellos que el ambiente no está dispuesto a soportar pues superan su capacidad de resiliencia.

Asimismo, a efectos de eliminar la subjetividad en la determinación de LMP especiales, se sugiere considerar tres criterios, los cuales deberán incluirse en la exposición de motivos del Decreto Supremo que modifique el artículo 9° de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos. Dichos criterios son los siguientes:

- a) Aplicación de la realidad
- b) Flexibilidad y Proporcionalidad
- c) Protección Ambiental

3.4. Criterio de Aplicación de la Realidad

Respecto al criterio de aplicación de la realidad, éste ha sido considerado debido a que la autoridad que aprueba los IGA recibe la información por parte del administrado (en este caso, el titular de la actividad minera que se pretende desarrollar). Dentro de este IGA se encuentra la LBA, en la cual se encuentran descritos aspectos como flora y fauna del área en la que se va a ejecutar la actividad, zonas de influencia directa e indirecta, así como las características de los cuerpos de agua en los cuales se van a verter efluentes o puedan ser afectados de alguna manera, geología de la zona, etcétera.

Asimismo, este criterio se basa en el principio de presunción de veracidad recogido en el numeral 1.7 del artículo IV del Texto único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado mediante Decreto Supremo N° 004-2019-JUS (en adelante, TUO de la LPAG). Dicho principio establece que la información presentada por el administrado se presume cierta; no obstante, sí es posible admitir prueba en contrario.

Cabe precisar que, durante la elaboración de la LBA, debe existir coordinación con la autoridad ambiental competente que va a aprobar el IGA; del mismo modo, el titular de la actividad puede solicitar a la autoridad evaluadora su acompañamiento, en mérito al artículo 122° del Reglamento de Protección y Gestión Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero, aprobado por Decreto Supremo N° 040-2014-EM (en adelante, RPAAM). En ese sentido, existe un control durante la recolección de los datos en los que se encuentran las características de las lagunas. Adicionalmente, existe un control posterior aleatorio por parte de las autoridades que aprobaron el IGA, cuya base se encuentra en el artículo 34° del TUO de la LPAG, literal a) del artículo 17° de la LSEIA y artículo 111° del RPAAM.

En caso no se haya realizado un control en esta etapa previa. El OEFA puede intervenir cuando el IGA ya se encuentra aprobado través de sus acciones de evaluación ambiental temprana (en adelante, EAT), la cual consiste en realizar la toma de muestras, antes del inicio de la actividad, para conocer la calidad ambiental de la cuenca hidrográfica en que se van a ejecutar dichas actividades fiscalizables por el OEFA. Al respecto, al tercer trimestre del año 2019 se han culminado veinte EAT, de las cuales ocho pertenecen al sector minero (OEFA, 2019).

Finalmente, en aplicación del artículo 78° del Reglamento de la LSEIA, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM (en adelante RLSEIA), en caso el cumplimiento de los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos ocasione un impacto negativo en el ambiente, el cual no fue considerado en el IGA, el OEFA puede solicitar al titular de la actividad que efectúe las medidas necesarias para controlar y mitigar dichos impactos. Del mismo modo, el OEFA tiene la facultad de requerir la actualización del IGA.

Las acciones del OEFA descritas en el párrafo precedente se conocen como medidas administrativas. El Reglamento de Supervisión, aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 006-2019-OEFA-CD, reconoce a las medidas preventivas como disposiciones de hacer o no hacer impuestas a un administrado a efectos de impedir un peligro apremiante o riesgo elevado de que se genere un daño grave al ambiente y las personas.

Por su parte, respecto a la actualización del IGA, esta medida administrativa se denomina "*Requerimientos sobre instrumentos de gestión ambiental*" y se encuentra contemplada en el artículo 30° del Reglamento de Supervisión del OEFA. Dicha norma señala que, mediante esta medida, el OEFA requiere al administrado que solicite a la autoridad competente que solicite la actualización, modificación u otra acción acerca del IGA

Cabe precisar que, el incumplimiento de las medidas administrativas ordenadas por el OEFA constituye una infracción administrativa sancionable. Sin perjuicio de lo antes mencionado, se pueden imponer multas coercitivas no menor a una (1) Unidad Impositiva Tributaria (en adelante, UIT) ni mayor a cien (100) UIT, las cuales se van sumando por el mismo monto cada siete días en caso continúe el incumplimiento.

En conclusión, el criterio de aplicación de la realidad se basa en la buena fe del administrado, por lo que se presume que la información que éste presente es verdadera. No obstante, existen

mecanismos para verificar dicha información, así como para corregirla si es que ya se cuenta con un IGA aprobado.

3.5. Criterio de Flexibilidad y Proporcionalidad

Es necesario que el contenido de la propuesta normativa sea flexible; es decir que permita que los LMP especiales se puedan adecuar a las características particulares de cada cuerpo receptor y no a los ECA, ya que, como se indicó en el Capítulo 2, los ECA son instrumentos generales que se aplican a nivel nacional. Si bien existen subtipos de ECA, en el que se encuentra la categoría E1 destinada para lagos y lagunas, los valores siguen siendo generales y no necesariamente calzan con los valores naturales de los cuerpos receptores.

Tal como se ha demostrado en la Tabla N° 07 *“Valores de pH en líneas base comparados con valores de los efluentes vertidos en estos cuerpos de agua”*, se han encontrado en las LBA cantidades de pH de algunas lagunas que estaban por encima, y otras por debajo, del rango de pH establecido en el ECA.

Adicionalmente, es necesario considerar el principio de eficiencia, descrito en el literal f) del RLSEIA, el cual destaca que debe existir proporcionalidad entre las medidas impuestas y la finalidad que se desea lograr con éstas.

De esta forma, si existe una laguna cuyo valor natural de pH sea 5.35 en época seca y 6,2 en época de lluvias, no se podría obligar al administrado a verter efluentes con un valor exacto, puesto que sería una tarea muy difícil o de una inversión económica muy alta para llegar a un valor tan preciso y se perdería la finalidad que su busca con el establecimiento de LMP especiales, que es evitar generar impactos negativos en la laguna como cuerpo receptor.

Por tanto, corresponde a la autoridad que evalúa el IGA determinar un rango, que puede ser más estrecho o más amplio o de distintos valores que los establecidos en los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos.

3.6. Criterio de Protección Ambiental

Respecto a este criterio, es importante señalar que, de acuerdo al principio de sostenibilidad, recogido en el numeral 6 del artículo III de la LRH, el Estado promueve el aprovechamiento controlado del recurso hídrico, siempre que se prevenga la afectación de su calidad y

condiciones naturales. Asimismo, a efectos de realizar un vertimiento de efluente, se debe acreditar que las condiciones del cuerpo receptor (en este caso, la laguna) posibiliten los procesos de purificación de forma natural.

En esta misma línea, el tercer párrafo del artículo 43° del RPAAM, señala que no se van a aprobar los IGA cuyos efluentes descargados en el ambiente alteren o puedan alterar la calidad del cuerpo receptor y superen los ECA vigentes. Asimismo, se añade que, en los casos de cuerpos receptores que superan los ECA por causas naturales los titulares de la actividad minera pueden implementar acciones destinadas a la prevención del menoscabo de la calidad ambiental.

Del mismo modo, es importante recordar que, el inciso 22 del artículo 2° de la Constitución recoge el derecho fundamental de las personas a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida. Según lo señalado por el TC, dicho derecho se compone en base a dos elementos: a) derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado; y, b) derecho a que este ambiente sea salvaguardado. Por tanto, se deben tomar las medidas correspondientes que eviten el daño ambiental (o en su defecto, minimizarlo) de tal manera que se pueda garantizar el adecuado desarrollo de la vida.

Por tanto, los LMP especiales que la autoridad que aprueba el IGA pueda imponer deben ser determinados considerando la calidad del cuerpo receptor a efectos de evitar que éste pueda verse dañado.

3.7. Implementación de la propuesta normativa

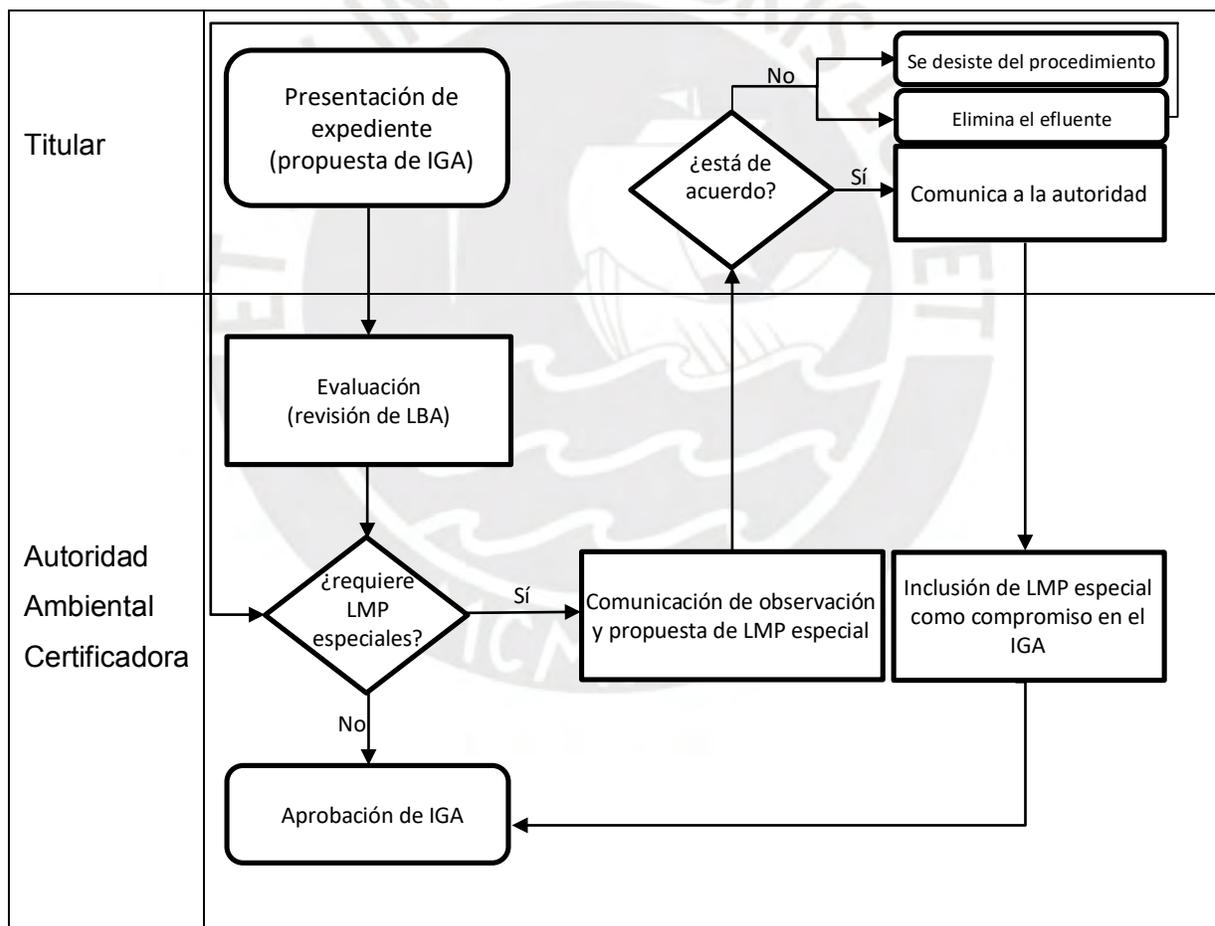
Si bien el Ministerio del Ambiente es la entidad que aprueba los LMP para efluentes minero-metalúrgicos, la normativa actual permite establecer obligaciones, más estrictas a las generales, en los IGA, puesto que dicho IGA contiene compromisos particulares de cumplimiento obligatorio.

El numeral 12.1 del artículo 12° de la LSEIA, especifica que la autoridad competente, luego de la evaluación del IGA, elabora un informe técnico-legal en el que se debe incluir, entre otros aspectos, las obligaciones que se hubieren añadido a raíz de la evaluación, en caso corresponda. Cabe señalar que, dicho informe sirve de sustento para Resolución a través de la cual se aprueba el IGA.

En ese sentido, si de la evaluación se determinase que el vertimiento de efluentes en una laguna puede alterar su calidad natural, corresponde efectuar la observación pertinente durante la evaluación del IGA a efectos de que se puedan determinar LMP especiales, los cuales serán un compromiso obligatorio, de aprobarse el IGA.

Cabe precisar que, estos LMP especiales deben contar con el visto bueno del titular de la actividad, puesto que, si éste no estuviese de acuerdo, por considerar que encarecería el proyecto u otros motivos, en cualquier momento puede desistirse del procedimiento de aprobación del IGA.

En resumen, el proceso de evaluación de un IGA, en los casos en los que amerite el establecimiento del régimen especial de LMP o LMP más estrictos, sería de la siguiente forma:



Fuente: Elaboración propia

Nota: Estos pasos son compatibles con el procedimiento ordinario de aprobación de un IGA, por lo que se pueden integrar en el mismo.

En el procedimiento propuesto es importante considerar los datos contenidos en la LBA, ya que, como se señaló en el Capítulo 1 del presente Trabajo de Investigación, en la LBA se describe el estado actual de un área antes de la ejecución de la actividad minera. En ese sentido, si nos encontramos frente a un caso en el que se pretenda descargar efluentes minero-metalúrgicos en una laguna, primero se observará la calidad de la misma.

Si las características de la laguna son compatibles con los LMP actuales, se continuará con el procedimiento ordinario de evaluación del IGA (sin adicionar obligaciones al respecto), con el cual cuentan Minem y Senace en su calidad de autoridades ambientales certificadoras respecto de los instrumentos de gestión ambiental de la gran y mediana minería. No obstante, si las características naturales de la laguna difieren de los LMP actuales o no son compatibles, la autoridad comunicará al administrado (durante la evaluación del IGA) que resulta necesario incluir un compromiso en el IGA en el que se establezcan LMP especiales. Frente a este último supuesto, el administrado puede aceptar la inclusión de este compromiso; en caso contrario, puede desistirse del procedimiento o eliminar el efluente (por ejemplo, cambiar el procedimiento o recircular el efluente para no verterlo).

Cabe precisar que, si se detecta que la laguna (sobre la cual se van a descargar los efluentes) se encontraba impactada previo al inicio de la actividad, se debe buscar la información de la calidad de la laguna antes de ser impactada o usar la información de las lagunas aledañas (que compartan características como tipo de suelo que lo rodea, fauna, flora, entre otros) a efectos de determinar los LMP especiales. Ello en razón a que, el impacto negativo previo en una laguna, no puede ser tomado como fundamento para adicionar o continuar generando impactos negativos en la misma.

Sin perjuicio de o antes señalado, el Estado debe tomar las acciones correctivas necesarias a través de la identificación del responsable de la alteración a efectos de exigirle que detenga el vertimiento de efluentes, así como la remediación correspondiente; de no identificar a dicho responsable, el Estado debe aprobar y ejecutar de Planes de Descontaminación, a efectos de salvaguardar el derecho de las personas a disfrutar de un ambiente que permita el desarrollo de su vida.

Adicionalmente, es importante mencionar que la propuesta normativa no va a generar gastos adicionales a los que ya se vienen disponiendo, puesto la evaluación de IGA ya cuenta con una tasa de pago aprobada en el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del

SENACE y MINEM, en su calidad de autoridades competentes para aprobar las certificaciones ambientales.

Por otro lado, respecto a las acciones de fiscalización efectuadas por parte del OEFA, tampoco se generarán mayores gastos, ya que éstas son financiadas con el aporte por regulación que pagan las empresas de la gran y mediana minería, el cual es un tributo contemplado en el artículo 10° de la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, en el que se determina que este aporte no puede exceder del 1% del valor de la facturación anual (deducido el Impuesto General a las Ventas y el Impuesto de Promoción Municipal).



Conclusiones

1. Los titulares de actividades mineras, de acuerdo a la LGA, tienen el deber de adoptar de manera prioritaria medidas de prevención de riesgo y de daño ambiental a partir de la fuente generadora de los mismos; asimismo, deben ejecutar las medidas de conservación y de protección ambiental que correspondan a cada etapa de sus operaciones.
2. En la actividad minera no solo se debe considerar el consumo del agua, sino el agua residual generada al finalizar los procesos de tratamiento minero. Cabe precisar, que en adelante, INEI señala que, en el año 2015, los vertimientos de aguas residuales autorizados fueron por más de trescientos noventa millones de metros cúbicos; es decir más de ciento sesenta y uno (161), a comparación del año 2014. Asimismo, los vertimientos de aguas residuales provenientes de la actividad minera constituyeron el setenta y ocho por ciento del total, incrementándose en más de doscientos por ciento (200%) del año anterior.
3. Las condiciones o características específicas de cada laguna obedecen al espacio en el que se encuentran, lo cual incluye el tipo de clima, la condición del lecho rocoso, la constitución del suelo, la existencia de vegetación, así como de la topografía; esta diversidad, a su vez, sostiene la alta biodiversidad.
4. Es importante la protección de los ecosistemas, así como de los servicios que éstos brindan. La relevancia de los ecosistemas se refleja en que es en este espacio en el que la biodiversidad se desarrolla, se dinamiza, ya también desaparece de forma ordinaria cumpliendo un ciclo natural. En esta línea, la protección de las lagunas cobra relevancia, en tanto se trata de un espacio que puede albergar un ecosistema, el cual se desenvuelve de acuerdo a las características de dicha laguna.
5. En nuestro país es posible verter efluentes minero-metalúrgicos en lagunas siempre que se cumplan los LMP, no se infrinjan los ECA y estén contemplados en un IGA. En este punto, es importante conocer la legislación en otros países de Sudamérica en esta materia. Para ello se han escogido los países Chile y Colombia.
6. Tanto la LGA como los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos, señalan que al exceder los LMP es posible generar daño en la salud de las personas y a su entorno. No obstante, no se indica, al igual que en el caso del ECA para Agua, si es posible que

exista una afectación cuando el efluente sea menor a un rango establecido para un determinado parámetro, como el pH, el cual es el único parámetro que se mide a través de rangos.

7. Los LMP aprobados para efluentes minero-metalúrgicos han sido diseñados para cuerpos de agua lóticos y no se ha tenido en consideración a los cuerpos de agua lénticos; no obstante, su aplicación también abarca a estos últimos. A diferencia de ello, en el ECA para Agua sí se han establecido valores específicos para las lagunas. Es importante precisar que estos valores son aplicables para todas las lagunas en general, ya que no se hace distinción en la ubicación o características propias de cada laguna.
8. Existe la necesidad de contar con un marco regulatorio más acucioso que proteja a las lagunas, ya que su conservación es de interés público, por lo que es relevante desarrollar una herramienta que pueda ayudar a evitar que una norma, al ser aplicada de forma general, no se encuentre en armonía con las características de las lagunas, a efectos de evitar alteraciones permitidas legalmente en un cuerpo receptor.
9. La propuesta presentada en el presente Trabajo de Investigación se basa en determinar LMP especiales aplicables para el rango de pH en los efluentes minero-metalúrgicos que serán vertidos en las lagunas, considerando que se trata de ecosistemas frágiles. Estos LMP deben encontrarse acorde al valor natural del parámetro pH que posee cada laguna en la que los efluentes van a ser descargados y serán aplicados de manera excepcional. En ese sentido, en el caso de otros cuerpos de agua, serán aplicables los LMP vigentes de forma general.
10. Asimismo, para determinar estos LMP especiales, resulta importante desarrollar criterios técnicos que puedan constituir una base para una propuesta legislativa que flexibilice y haga eficiente la reconsideración del rango del parámetro pH en los efluentes industriales minero-metalúrgicos vertidos en lagunas a través de la determinación de rangos especiales considerando sus valores naturales. Dichos criterios obedecen a la aplicación de la realidad, flexibilidad y protección ambiental.

Bibliografía

- Alegre, A. (2008). El Acceso a la Justicia Ambiental en el Perú. En F. Morales, *Hacia la Justicia Ambiental*. Lima: Fondo Editorial del Congreso del Perú.
- ANA. (2014). *Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas*. Lima: ANA.
- Andaluz Westreicher, C. (2013). *Manual de Derecho Ambiental*. Lima: Iustitia.
- Aranzamendi, L., & Huamán Meza, J. (2015). *Minería Potencialidad, Problemática, Derecho y Legislación* (Vol. 1). Lima, Lima, Perú: Grijley E.I.R.L.
- Balvín Díaz, D. (2008). Las cuencas andinas frente a la contaminación minera. En D. y. Perú, *Guevara Gil, Armando* (págs. 101-114). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Barile, J. (2016). Efecto del pH sobre la supervivencia embrionaria, periodo embrionario y de eclosión de *Galaxias maculatus*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51(1), 181-185.
- Baron, J. S. (2003). Ecosistemas de Agua Dulce Sustentable. (S. N. Ecología, Ed.) *Tópicos en Ecología*(10).
- Bocchio Carbajal, G. (2008). Agua y minería: manejo de conflictos. En A. Guevara Gil, *Derechos y conflictos de agua en el Perú* (págs. 115-138). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Camacho, K. (2016). *Impactos Ambientales Negativos: Prospección Sísmica Marina de Hidrocarburos*. Lima, Perú: Grijley.
- Chamber, C., & Winfield, M. (2000). *Las Caras Múltiples de la Minería: Políticas y Leyes Ambientales que Rigen la Minería en Canadá*. (I. Sosa, Trad.) Toronto, Canadá: Instituto Canadiense de Derecho y Políticas Ambientales.
- Chanamé, R. (2015). *La Constitución Comentada* (Vol. 1). Lima: Ediciones Legales.
- Colombia, M. d. (2002). *Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia: Estrategias para su conservación y uso sostenible*. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos.

- Comité Científico COP25. (2019). *Océano y cambio climático: 50 preguntas y respuestas*. Santiago de Chile: Comité Científico COP25.
- Consejo Minero. (2002). *Uso Eficiente de Aguas en la Industria Minera y Buenas Prácticas*. Santiago de Chile: Consejo Minero.
- Consejo Minero. (2019). *Cifras Actualizadas de la Minería. Octubre 2019*. Santiago de Chile: Consejo Minero.
- Defensoría del Pueblo. (2015). *¡Un llamado a la remediación! Avances y pendientes en la gestión estatal frente a los pasivos ambientales mineros e hidrocarburíferos*. Lima: Voreno.
- Del Río, M. L. (2008). El Impacto del Cambio Climático. En F. Morales Castillo, *Hacia la Justicia Ambiental*. Lima: Fondo Editorial del Congreso del Perú.
- Deustua, J. (2009). *El Embrujo de la Plata*. Lima: IEP.
- Giddens, A. (2010). *La Política del Cambio Climático*. Madrid: Alianza Editorial .
- González Villa, J. E. (2006). *Derecho Ambiental Colombiano (Vol. 1)*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
- González Villa, J. E. (2006). *Derecho Ambiental Colombiano (Vol. 2)*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Informática, I. N. (2016). *Anuario de Estadísticas Ambientales 2016*. Lima: INEI.
- Madariaga, M. (2018). Contaminación minera en macrófitas acuáticas en vacunos lácteos en la comunidad campesina de Titihue, Huancané, Puno. *Investigaciones de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano*.
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Lima, Lima, Perú.
- Misari Chuquipoma, F. S. (2016). *Biolixiviación: Tecnología de la Lixiviación Bacteriana de Minerales*. Lima: IAKOB Comunicadores y Editores S.A.C.

- Monte, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico: Entendiendo el Efecto del Dióxido de Carbono en la Acidificación de los Océanos*. México: DCG. Luz María Zamitiz Cruz.
- Moreno Otero, H. (1953). Estudio sobre la Definición de algunos términos geográficos: Lago y Laguna. *Sociedad Geográfica de Colombia*.
- Mori, C. (2012). Introducción a los Sistemas Integrados de Gestión Ambiental de la Empresa. En P. Foy Valencia, *Gestión Ambiental y Empresa*. Lima: Editorial Rodhas S.A.C.
- Municipalidad Distrital de Simón Bolívar. (2016). *Ecosistema de la Laguna de Punrun: Estudio de Biodiversidad del Ecosistema y Análisis de la Calidad del Agua*. Pasco, Perú: Sonimágenes del Perú.
- OEFA. (2019). *OEFA en cifras. III Trimestre 2019. Reporte Estadístico*. Lima: Oficina de Relaciones Institucionales y Atención a la Ciudadanía.
- Rodríguez, M., & Espinoza, G. (2002). *Gestión Ambiental en América Latina y el Caribe: Evolución, tendencias y principales prácticas*. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rojas Caballero, D., & Paredes Ángeles, J. (2015). *Compendio de Geología General*. Lima: Macro EIRL.
- Roldán Pérez, G. (1992). *Fundamentos de Limnología neotropical*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (2008). *Fundamentos de la Limnología neotropical*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- San Martín, D. (2015). *El Daño Ambiental: Un estudio de la institución del Derecho Ambiental y el impacto en la sociedad*. Lima: Grijley.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2013). *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 6ª edición, 2013*. Suiza: Secretaría de la Convención de Ramsar.

Smol, J. P. (2015). Climate-driven changes in lakes from the Peruvian Andes. *Journal of Paleolimnology*, 54(1), 153-160.

Yurisch, T. (5 de diciembre de 2016). Situación de los pasivos ambientales mineros en Chile. El caso de los depósitos de relaves. *Análisis de Políticas Públicas*.

