

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“PROPUESTA DE PERFIL DE PROYECTO DE REMEDIACIÓN
AMBIENTAL: APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS MINEROS
EN CERRO DE PASCO”**

Presentada por:

LUZ ANDREA LAZARTE AGUIRRE

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Lima – Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS**

**“PROPUESTA DE PERFIL DE PROYECTO DE REMEDIACIÓN AMBIENTAL:
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS MINEROS EN CERRO DE PASCO”**

Presentada por:

LUZ ANDREA LAZARTE AGUIRRE

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

**Dr. Ernesto Ever Menacho Casimiro
PRESIDENTE**

**Mg. Sc. Víctor Raúl Miyashiro Kiyan
MIEMBRO**

**Ph. D. Lizardo Visitación Figueroa
MIEMBRO**

**Mg. Sc. Armando Javier Aramayo Bazzetti
ASESOR**

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
PRESENTACIÓN	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos	1
1.1.1. Objetivo General.....	1
1.1.2. Objetivos Específicos	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. Minería.....	2
2.2. Pasivos ambientales mineros	3
2.2.1. Reaprovechamiento de PAMs	5
2.2.2. Estadísticas sobre los PAMs.....	7
2.3. Remediación ambiental.....	8
2.3.1. Flotación de pirita.....	11
III. EXPERIENCIA Y APORTES PROFESIONALES.....	16
3.1. Descripción del centro laboral	16
3.2. Funciones desempeñadas y la vinculación con la ingeniería ambiental	18
3.2.1. Analista ambiental	18
3.2.2. Consultora estratégica.....	19
3.2.3. Consultor ambiental.....	20
3.3. Descripción de situaciones problemáticas	20
3.4. Contribución en la solución a situaciones problemáticas	25
3.5. Análisis de la contribución profesional.....	28
3.6. Explicación de los beneficios obtenidos del centro laboral	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Área de estudio del proyecto de remediación	32
4.1.1. Identificación de pasivos ambientales mineros	32
4.1.2. Ubicación y accesos al área del proyecto	35
4.2. Términos de Referencia del proyecto	36
4.3. Factibilidad del proyecto de remediación	37
4.3.1. Resumen	38
4.3.2. Descripción del proceso.....	40
4.4. Estudio de la zona del proyecto	54

4.4.1. Plan de trabajo	54
4.4.2. Resultados de aspectos ambientales	64
4.5. Informe final de resultados (CONCYTEC)	90
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1. Conclusiones	93
5.2. Recomendaciones	94
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
VII. ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de pasivos mineros.....	33
Tabla 2: Composición elemental del desmorte.....	40
Tabla 3: Principales compuestos del desmorte	41
Tabla 4: Reacciones en el horno de tostación	42
Tabla 5: Balance de masa	42
Tabla 6: Equipos para carga y transporte de material	45
Tabla 7: Equipos principales en la etapa de almacenamiento	46
Tabla 8: Equipos principales en la etapa de tostación.....	47
Tabla 9: Equipos principales en la etapa de recuperación de calor	48
Tabla 10: Equipos principales en la etapa de limpieza de gases	49
Tabla 11: Equipos principales en la etapa de generación de ácido sulfúrico	51
Tabla 12: Equipos principales en la etapa de generación de energía eléctrica.....	51
Tabla 13: Equipos principales en la etapa de flotación	52
Tabla 14: Equipos principales en la etapa de espesado de material	53
Tabla 15: Equipos principales en la etapa de disposición final de residuos.....	53
Tabla 16: Estación de monitoreo de calidad de agua superficial	56
Tabla 17: Especificaciones técnicas del equipo multiparámetro portátil	56
Tabla 18: Metodología de muestreo	57
Tabla 19: Estación de monitoreo de calidad de suelos.....	59
Tabla 20: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido	59
Tabla 21: Estación de monitoreo de ruido ambiental.....	62
Tabla 22: Estaciones de monitoreo de calidad de aire	63
Tabla 23: Cronograma de ejecución del trabajo de campo	64
Tabla 24: Estándares de calidad de agua superficial – Categoría 3	65
Tabla 25: Estándares de calidad de agua superficial – Categoría 4	66
Tabla 26: Métodos de análisis de parámetros de calidad de suelo	82
Tabla 27: Resultados de calidad de suelo.....	82
Tabla 28: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido	86
Tabla 29: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Línea de tiempo del inventario de pasivos ambientales mineros.	8
Figura 2: Proceso de generación de ácido sulfúrico a partir de relaves con pirita.	10
Figura 3: Recuperación de pirita de relaves.	12
Figura 4: Diagrama de flujo del método de chancado y magnetizado del pasivo ambiental “Acarí”.	15
Figura 5: Organigrama de INSIDEO.	18
Figura 6: Remediación de pasivos mineros de alto riesgo. Recuperado de AMSAC.	23
Figura 7: Cantidad de publicaciones totales y en ciencia ambiental hasta 2015.	25
Figura 8: Ubicación de PAMs en el área del proyecto.	34
Figura 9: Ubicación del proyecto.	36
Figura 10: Flujo del proceso.	39
Figura 11: Ubicación de estaciones de monitoreo.	55
Figura 12: Rangos de variación del potencial de hidrógeno por estación.	68
Figura 13: Rangos de variación del oxígeno disuelto por estación.	69
Figura 14: Rangos de variación de la conductividad eléctrica por estación.	70
Figura 15: Rango de variación de sólidos disueltos totales por estación.	71
Figura 16: Correlación entre sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica.	72
Figura 17: Rango de variación de sólidos suspendidos totales por estación.	73
Figura 18: Rango de variación de arsénico por estación.	75
Figura 19: Rango de variación de cadmio por estación.	76
Figura 20: Rango de variación de cromo por estación.	77
Figura 21: Rango de variación de cobre por estación.	78
Figura 22: Rango de variación de mercurio por estación.	79
Figura 23: Rango de variación de plomo por estación.	80
Figura 24: Rango de variación de zinc por estación.	81
Figura 25: Valores de arsénico en suelo.	83
Figura 26: Valores de cadmio en suelo.	84
Figura 27: Valores de bario en suelo.	84
Figura 28: Valores de plomo en suelo.	85
Figura 29: Niveles de ruido – periodo diurno.	87
Figura 30: Niveles de ruido – periodo nocturno.	87
Figura 31: Concentración de PM _{2,5} – Promedio en 24 horas (µg/m ³).	89
Figura 32: Concentración de SO ₂ – Promedio en 24 horas (µg/m ³).	90

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Autorización de uso de información	101
Anexo 2: Términos de referencias.....	106
Anexo 3: Panel fotográfico.....	125
Anexo 4: Certificado de Acreditación INACAL CERTIMIN S.A.	142

RESUMEN

Cada año, el número de pasivos ambientales mineros (PAMs) en el Perú se incrementa a un ritmo diferente de los que se logran remediar. En su mayoría, el esfuerzo por mejorar esta situación, a través de la ejecución de métodos de cierre y rehabilitación, proviene del Estado, y de la empresa Activos Mineros; sin embargo, se reconoce que existen diversas técnicas para, no solo remediar o cerrar un pasivo, si no para reaprovecharlo, fomentando, a la vez, desarrollo económico y social para el país.

El objetivo de este estudio es desarrollar una propuesta de perfil de proyecto innovador que busque mitigar los impactos ambientales ocasionados por la minería mal manejada. Para este fin, se emplearon las competencias y conocimientos obtenidos de la carrera de Ingeniería Ambiental y su aplicación en la empresa INSIDEO, consultora ambiental y centro de labores desde el año 2014. El proyecto de remediación, ubicado a 4 km de la ciudad de Cerro de Pasco, consiste en el manejo de residuos de la Desmontera Excélsior, dentro de la concesión Paragsha-Ocroyoc, y de la Relavera de la Laguna Quiulacocha, perteneciente a la empresa Cerro S.A.C., a través de un proceso de tostación de pirita en una planta de neutralización, con el fin de obtener ácido sulfúrico, compuesto con valor comercial para múltiples industrias, cenizas metálicas y electricidad.

Los resultados incluyen la obtención de una subvención del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), con la cual se pudieron realizar los estudios de factibilidad técnica y ambiental en el área del proyecto, los Términos de Referencia del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y la firma de convenios con socios estratégicos. Estos determinaron que el proceso de remediación funcionaría con relaves con alto contenido en pirita, como los hallados en los pasivos antes mencionados, por lo que es factible su replicación para solucionar un problema tangible.

Teniendo esto en cuenta, se recomienda promover, desde el Estado y el sector privado, el reaprovechamiento de PAMs como una forma de remediación, ya que se producirían ingresos económicos, se reduciría la contaminación ambiental y se evitarían problemas sociales.

Palabras clave: Pasivos ambientales mineros, Remediación, Reaprovechamiento, Pirita.

ABSTRACT

Each year, the number of environmental mining liabilities in Peru increases at a different rate from those that can be remedied. For the most part, the effort to improve this situation, through the execution of closure and rehabilitation methods, comes from the Government, and from the company Activos Mineros. However, there are several techniques to, not only remedy or close a liability, but to reuse it, while promoting economic and social development for the country.

The objective of this study is to develop an innovative project profile proposal that seeks to mitigate the environmental impacts caused by the mishandled mining. For this purpose, the skills and knowledge obtained from the Environmental Engineering studies and its application at INSIDEO, an environmental consultancy company and place of work since 2014, were used. The remediation project, located at 4 km from the city of Cerro de Pasco, relies on the management of the mining waste from the Desmontera Excelsior, within the Paragsha-Ocroyoc concession, and the Relavera de la Laguna Quiulacocha, owned by the company Cerro SAC, through a process of roasting pyrite in a neutralization facility, in order to obtain sulfuric acid, compound with commercial value for multiple industries, metallic ashes and electricity.

The results include the procurement of a grant from the Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), which allowed the development of the technical and environmental feasibility studies in the project area, the Terms of Reference of the Environmental Impact Study (EIS) and the agreements with strategic partners. These determined that the remediation process would work with tailings with high pyrite content, such as those found in the aforementioned liabilities, so that their replication is feasible to solve a tangible problem.

Taking this into account, it is recommended to promote, from the Government and the private sector, the reuse of the environmental mining liabilities as a form of remediation, since economic income would be produced, environmental pollution would be reduced and social problems avoided.

Keywords: Environmental mining liabilities, Remediation, Reuse, Pyrite.

PRESENTACIÓN

Actualmente existen distintos métodos de remediación de pasivos ambientales y desechos producto de la minería mal manejada; sin embargo, la mayoría de estos son costosos y demandan recursos que las empresas mineras no están dispuestas a disponer. El presente trabajo busca ser una guía para la formulación de perfiles de proyectos innovadores relacionados al cuidado y preservación del medio ambiente, específicamente en el ámbito de la remediación de pasivos ambientales mineros.

Este trabajo inicia a finales del año 2016 con la oportunidad de postular el proyecto al fondo de Ideas Audaces, perteneciente al programa Cienciaactiva del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), una iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). Hasta hace algunos años, los programas que estaban destinado a financiar investigaciones, se orientaban netamente a aquellas de corte científico, siendo, en su mayoría, de la rama de la Biología. Poco a poco, con el “boom” de los problemas ambientales, estos empezaron a abarcar investigaciones que busquen solucionar temas de contaminación, a menudo ligada con el impacto en ecosistemas terrestres y marítimos. No obstante, poco o nada se conocía de proyectos innovadores que busquen remediar pasivos ambientales, a gran escala, y sin causar más daño adicional al medio ambiente.

En ese sentido, en relación al presente trabajo, aparecen algunas interrogantes: ¿Existe una reglamentación que guíe los proyectos innovadores relacionados con la remediación ambiental de pasivos mineros?, ¿se conoce cómo describir, financiar e implementar un proyecto de remediación ambiental de pasivos mineros, como el de tostación de pirita para remediar relaves?, ¿qué pasos se deben seguir para que el Estado apruebe un proyecto de ese tipo y otorgue la licencia ambiental para implementarlo?, ¿es posible obtener un fondo público para financiar el desarrollo de un perfil de factibilidad de un proyecto innovador relacionado con la remediación ambiental?, entre otros. Es así que, después de realizar un estudio preliminar en la zona del potencial proyecto, se toma como la normativa del Ministerio de la Producción, subsector Industria y se desarrolla, en primera instancia, los

Términos de Referencia Específicos (TdRs) para un proyecto de las características arriba mencionadas.

La segunda instancia corresponde a hacer un perfil de factibilidad, con el cual se prueba la idoneidad de la propuesta innovadora para la remediación de los pasivos mineros ambientales. Finalmente, se realiza un estudio de la zona en la que se determina que es más factible instalar la planta de remediación (o neutralización).

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional se ha elaborado teniendo en cuenta las problemáticas y soluciones encontradas durante el ejercicio de la carrera de Ingeniería Ambiental, en especial alrededor de temáticas mineras y de remediación ambiental. En tal sentido, se describirán las funciones desempeñadas en la empresa INSIDEO, centro de labores entre el año 2014 a la actualidad, así como ciertas problemáticas encontradas, que fueron resueltas a través de la aplicación de los conocimientos de la carrera en mención. Cabe señalar que el presente trabajo busca dejar un precedente como guía para futuros perfiles de proyectos de remediación y que se desarrollen en el marco de un adecuado estudio ambiental de la zona de interés, poniendo énfasis en la aplicación de métodos innovadores y la factibilidad comprobada a través de la obtención de subvenciones del Estado para llevar a cabo estudios de temática ambiental.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Desarrollar una propuesta de perfil de proyecto innovador que busque mitigar los impactos de la contaminación ambiental en el sector minero, con el fin de promover su desarrollo y aplicación, y contribuir con la remediación de pasivos ambientales.

1.1.2. Objetivos Específicos

- a. Elaborar los términos de referencia específicos para el proyecto innovador de remediación de pasivos ambientales.
- b. Elaborar el perfil técnico del proyecto y el diagnóstico ambiental del área de influencia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Minería

El Perú es, sin duda, un país naturalmente minero, contando con, según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2016), 82 833 miles de toneladas métricas finas (TMF) de cobre, 2 575 TMF de oro, 20 938 miles de TMF de zinc, 105 576 TMF de plata, 5 981 miles de TMF de plomo, 1 482 millones de TMF de hierro y 1 482 miles de TMF de estaño. En tal sentido, según Hinostroza (2013), desde la década de 1990, el país ha experimentado un sostenido crecimiento de la economía nacional, articulado al crecimiento del producto minero y a las posibilidades de inversión pública que las rentas mineras han permitido. No obstante, ha estado inmerso en una situación persistente de elevados niveles de desigualdades económicas y sociales en el área rural y de conflictos socioambientales, crecientemente en torno al agua y los recursos mineros.

De acuerdo a Diez y Salas (2018), los altos precios de los metales desde hace más de diez años han generado en el Perú un proceso de multiplicación de concesiones mineras y un número elevado de proyectos de inversión minera en buena parte del territorio nacional. La minería, si bien ha sido apoyada por una política estatal de promoción de la inversión extranjera, ha generado una presión sin precedentes sobre los recursos naturales, principalmente tierra y agua.

Asimismo, de acuerdo a Sotomayor (2016), las actividades minera metalúrgicas, a través del tiempo, han dado origen a la formación de los pasivos mineros, siendo sus principales componentes las labores subterráneas de la mina, las labores de tajo abierto, los depósitos de desmontes (botaderos), los depósitos de relaves, las pilas de lixiviación, las aguas ácidas, la descarga de sedimentos, los residuos metalúrgicos, las instalaciones de planta concentradora, las instalaciones de talleres de mantenimiento, las subestaciones eléctricas, las estaciones de combustible, las instalaciones de campamentos y oficinas, los rellenos sanitarios, entre otros.

El presente trabajo se enfocará en el aprovechamiento de dos tipos de PAMs: los desmontes de mina y los relaves.

2.2. Pasivos ambientales mineros

De acuerdo a la Defensoría del Pueblo del Perú (citado por Mejía, s.f.), los Pasivos Ambientales Mineros (PAMs) se generan cuando una actividad minera cesa y abandona el lugar donde operaba sin reparar los daños ambientales que ocasionó. Se les considera como aspectos adversos de la minería, debido a su potencial de contaminar el agua, el suelo y el aire, afectar la salud de la población que vive cerca de ellos e incluso perjudicar la propiedad de terceros. Asimismo, según Sotomayor (2016), los PAMs son:

Los daños no compensados producidos por una determinada empresa al medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida (exploración, construcción, operación y cierre). Es decir, se trata de una deuda con la comunidad, donde la operación minera se ha realizado o se encuentra activa en el presente y con proyecciones futuras; los PAMs generan daños que dejan secuelas en los factores ambientales, incluidos los seres humanos, cuyo pago del perjuicio ocasionado no ha sido asumido por quien lo ha generado y en muchas ocasiones los costos recaen en la sociedad. De modo que, frente a la existencia de pasivos ambientales es necesario recurrir no solo a una remediación o mitigación de los impactos ocasionados sino también a la exigencia del resarcimiento o indemnización de los daños provocados por parte de la empresa responsable de los proyectos ya ejecutados. (p. 81)

El artículo 2° de la Ley N° 28271, Ley de pasivos ambientales mineros, publicada el 06 de julio de 2004, define a los pasivos ambientales como: “aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad abandonada o inactiva y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad”.

En relación a los tipos de PAMs, el Fondo Nacional del Ambiente - FONAM (2019) los clasifica como: labores mineras, los cuales comprenden a las bocaminas, trincheras, tajos, media barreta, piques y plataformas; residuos mineros, que incluyen a los relaves, desmonte de mina, material de desbroce, pila de lixiviación; infraestructura, que comprende a los

campamentos, oficinas, talleres, plantas de procesamiento, chancadoras y líneas eléctricas; productos químicos como aceites y combustibles, aceites y grasas industriales; y otros residuos, como provenientes de construcción, chatarra, entre otros.

Por otro lado, la identificación de los pasivos ambientales mineros y de los responsables de su cierre se encuentra a cargo del Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de la Dirección General de Minería (DGM). Esta entidad creó, en el año 2006, el primer Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros, aprobado mediante Resolución Ministerial (R.M.) N° 290-2006-MEM/DM, en el cual se aprecia la identificación de los pasivos, su clasificación (distinguiéndose entre abandonados e inactivos), la concesión en la cual se ubica, el titular de la misma y la existencia o no del Estudio de Impacto Ambiental correspondiente (Mejía, s.f.). A la fecha, dicho inventario, y su listado correspondiente, se encuentra actualizado hasta el día 12 de enero del 2019, según la R.M. N° 010-2019-MEM/DM.

En ese sentido, una de las primeras formas que se aplican para identificar un pasivo ambiental es revisando el inventario de pasivos ambientales; para ello, los titulares mineros con concesión vigente deben brindar las facilidades de acceso e información necesaria. Una vez identificados los pasivos ambientales, la DGM notificará al presunto responsable de haberlo generado para que, en el plazo de un (01) año, proceda a celebrar un Contrato de Remediación Ambiental ya presentar su Plan de Cierre del Pasivo. La presentación de dicho plan se llevará a cabo de conformidad con la Ley N° 28090 y su reglamento (Mejía, s.f.).

Finalmente, la evaluación de los pasivos ambientales hace referencia a la valoración monetaria y la responsabilidad jurídica; en tal sentido, se hace difícil determinar el impacto de una actividad contaminante en un contexto complejo y de incertidumbre, ya que se trata de bienes no intercambiables en el mercado que impiden valorar los daños ambientales en los diferentes niveles de la actividad humana (Sotomayor, 2016), como por ejemplo, la pérdida de calidad paisajística y ecosistemas, la contaminación de aguas y suelos, el impacto a cuencas, la disminución de la calidad de vida de las poblaciones, entre otros.

No obstante, de acuerdo al artículo 5° de la Ley de pasivos ambientales mineros, es el Estado

el que asume los costos y logística de la remediación cuando los responsables de los mismos no pueden ser identificados, encargándose para ello de captar recursos de la cooperación financiera internacional, donaciones, canje de deuda y otros recursos. Cabe precisar que la remediación se lleva a cabo a través de la empresa estatal de derecho privado denominada Activos Mineros S.A.C., la cual cuenta con personería jurídica, adscrita al sector Energía y Minas, y bajo la supervisión y ámbito del FONAM.

2.2.1. Reaprovechamiento de PAMs

Según Negrón (2015), los pasivos ambientales pueden estar constituidos por desmontes acumulados de labores mineras antiguas anteriores, que se caracterizan por un alto contenido de fierro y presencia de sulfuros oxidados por acción de las esporádicas lluvias. A su vez, los depósitos de desmontes tienen un potencial de generación de aguas ácidas de roca, capaces de contaminar acuíferos de la zona, especialmente en épocas de lluvias, pues el agua de escorrentía produce oxidación por la presencia de sulfuros expuestos a la intemperie y forma aguas ácidas que discurren a las aguas de los ríos existentes. El impacto no solo se da en la calidad del agua de las fuentes hídricas, sino que puede provocar la alteración de la flora y fauna silvestre existente, el relieve original y el paisaje de la zona.

Por las razones expuestas líneas arriba, el Estado peruano ha establecido lo siguiente, en el artículo 11° de la Ley N° 28271, con respecto al reaprovechamiento de los PAMs:

“(…) El titular de concesión minera cuya área comprenda pasivos ambientales mineros susceptibles de reaprovechamiento, deberá solicitarlo dentro del plazo que se establezca en el Reglamento. Transcurrido dicho plazo, el Ministerio de Energía y Minas podrá autorizar su reaprovechamiento por terceros. En caso el pasivo ambiental minero susceptible de reaprovechamiento se encuentre ubicado en áreas de libre disponibilidad, cualquier interesado podrá solicitar el área y proponer su reaprovechamiento dentro del plazo establecido en el Reglamento, o de lo contrario resultará de aplicación lo establecido en el párrafo anterior.”

El artículo establece que el titular de la concesión minera debe ser quien asuma los costos del reaprovechamiento de los PAMs generados como consecuencia de su actividad minera.

En tal sentido, la normativa penaliza la inactividad del titular de la concesión minera que genere los PAMs, cuando no solicita el reaprovechamiento de los mismos en el plazo que señala la norma, es decir dentro de los 30 días. El artículo 60° del Reglamento de la Ley N° 28271, aprobado por el Decreto Supremo N° 059-2005-EM y modificado por Decreto Supremo N° 003-2009-EM, establece un plazo de 30 días calendario para que el titular de concesión minera cuya área comprenda pasivos ambientales mineros pueda comunicar su responsabilidad como generador de dicho pasivo o acreditar su derecho y solicitar su reaprovechamiento. Asimismo, dicho reglamento establece una prórroga al plazo señalado, siendo esta de máximo sesenta (60) días calendario contados a partir del vencimiento del primer plazo señalado. En suma, el D.S. N° 003-2009-EM establece que cualquier tercero puede ser titular del derecho de reaprovechamiento de un pasivo ambiental sin adquirir la responsabilidad por las infracciones ambientales en que hubiera incurrido el generador (empresa minera o minero informal). Finalmente, de acuerdo al artículo 61° del reglamento antes mencionado:

“El interesado que solicite el reaprovechamiento de un pasivo ambiental contará con un plazo máximo de un año, computado a partir de la presentación de su solicitud, para presentar a la autoridad competente un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIASd), según corresponda, con cierre a nivel de factibilidad o la modificación de uno preexistente con su respectivo plan de cierre de minas, siempre que comprendan la misma área de influencia directa del pasivo ambiental. En caso el interesado en el reaprovechamiento de un pasivo ambiental no presente el Estudio de Impacto Ambiental o la respectiva modificatoria dentro del plazo señalado en el artículo 61 del presente Reglamento, será sancionado con una multa de hasta 10 UIT”.

No obstante, según Sotomayor (2016), en el año 2013 el MINEM, en virtud a la Ley N° 29951, firmó un convenio con Activos Mineros, para la transferencia conjunta con el Instituto Geológico, Minero Metalúrgico de un total de 45 millones de soles (20 millones MINEM y 25 millones INGEMMET), para la remediación de pasivos ambientales mineros a nivel nacional, estableciéndose categorías (insignificante, baja, media, alta y muy alta) para los estudios de pre inversión y la ejecución de proyectos de inversión, según los lineamientos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), para un total de 475 pasivos. De este

conjunto de pasivos el 29 por ciento se encuentran en la región de Cajamarca y los restantes en las regiones de Ancash, Puno, Pasco, Junín, Ica y Huancavelica.

2.2.2. Estadísticas sobre los PAMs

A partir del 2004 con la promulgación de la Ley N° 28271 que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, se promueve con mayor fuerza la identificación, inventariado y evaluación de los pasivos mineros, permitiendo que, durante el periodo comprendido entre los años 2007 y 2010, se elaboren criterios estándares para la priorización de las cuencas hidrográficas, la implementación del Sistema de Gestión de Pasivos Ambientales mineros (SIGEPAM) y la elaboración de un plan de manejo ambiental, con el fin de actualizar los pasivos ambientales. Paralelamente, a partir del año 2008, se incorporó al Proyecto de Reforma del Sector de Recursos Mineros del Perú (PERCAN) en el marco de un convenio entre Perú y Canadá para el fortalecimiento institucional, a través de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI), con la finalidad de mejorar la gestión de los pasivos ambientales y sociales en el sector minero peruano, al establecer un programa de revisión y desarrollo de un procedimiento de sistema de priorización de cuencas hidrográficas para el inventario y remediación de pasivos mineros (Sotomayor, 2016).

De acuerdo al Informe Defensorial N° 171, realizado en el mes de julio de 2015, existen –en el sector minero- 8 616 PAMs, de los cuales 7 531 PAMs no tienen responsables identificados ni instrumento ambiental. Aún peor, el informe revela que 224 PAMs presentan responsables, pero no cuentan con un Estudio de Impacto Ambiental (ver Figura 1). De los PAMs identificados, predominan seis regiones que representan más del 71 por ciento del total acumulado, liderado por la región de Ancash donde se encuentra un total de 1 251 pasivos (14,5 por ciento), seguido por Cajamarca y Puno que en valores absolutos suponen 1 075 (12,5 por ciento) y 1 050 (12,2 por ciento) pasivos; Huancavelica con el 9,96 por ciento, Junín con un 7,39 por ciento y Lima con un 7,11 por ciento. El resto de las regiones acumulan el 29,6 por ciento del total de los pasivos mineros (Sotomayor, 2016).

Asimismo, a la fecha, según estadísticas del MEM, existen 8 448 PAMs, incluyendo a aquellos con responsable identificado/no identificado y con/sin estudio ambiental (Ministerio de Energía y Minas, 2019). En relación a los PAMs con contenido de pirita, existen estudios específicos sobre concesiones mineras; sin embargo, no se identifican

estadísticas reales sobre estos residuos mineros, que conllevan a la generación de aguas ácidas o drenaje ácido de roca.

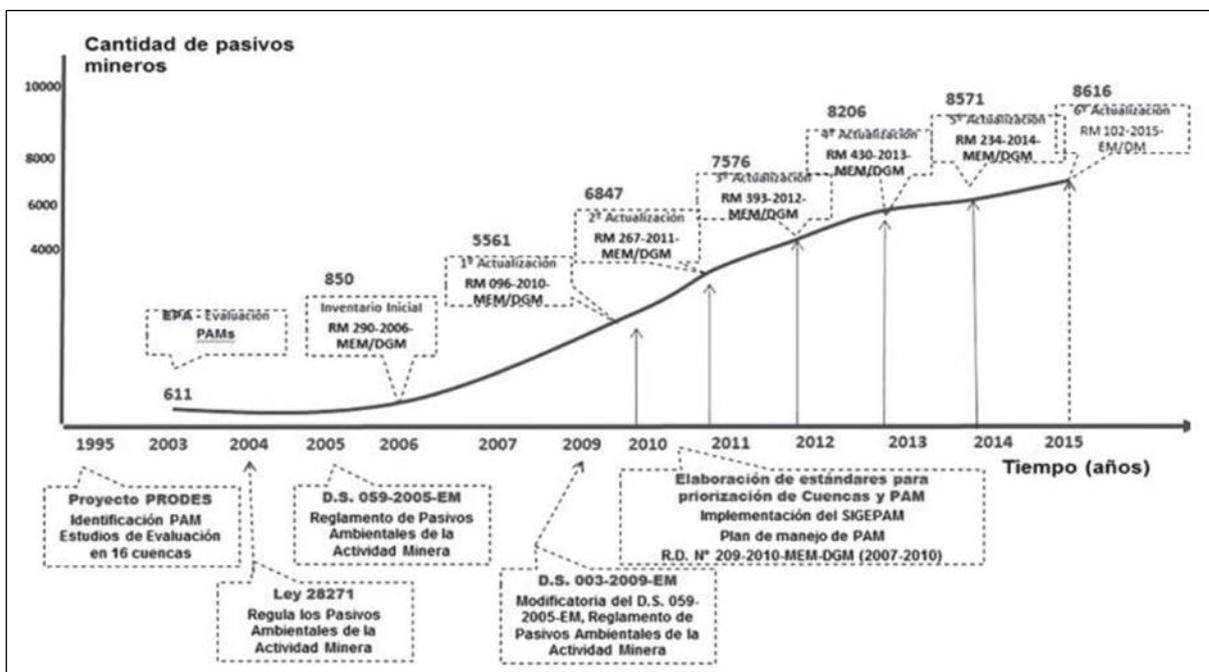


Figura 1: Línea de tiempo del inventario de pasivos ambientales mineros.

Copyright Ministerio de Energía y Minas. Dirección General de Minería.

Por otro lado, según declaraciones del viceministro de Energía y Minas, Miguel Inchaustegui durante el 2018, en dicho año se realizó una contribución de la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA) para la remediación de los Pasivos Ambientales Mineros (PAMs) en el Perú, a través de la donación de equipos informáticos y móviles para la investigación en campo sobre la problemática, que serán utilizados en diversas regiones del país. Los equipos donados forman parte del proyecto de implementación de sistema informático para el “Fortalecimiento de la Gestión para la Remediación de Pasivos Ambientales Mineros en el Perú”, que se erige sobre la reforma integral del sistema nacional de gestión de pasivos ambientales mineros (Perú21, 2018).

2.3. Remediación ambiental

De acuerdo a lo mencionado en la Sección 4.1, el presente trabajo se enfocará en el aprovechamiento de dos tipos de PAMs: los desmontes de mina y los relaves. Los desmontes y relaves mineros son considerados como dos de las principales fuentes de contaminación

debido a la presencia de metales pesados, que repercuten en los ecosistemas, en la biodiversidad y en la salud humana (Rimarachin-Varas, 2015).

A pesar que, a nivel mundial, existe un gran número de tratamientos a los que se pueden someter los residuos de relaves mineros, con la finalidad de recuperar recursos (materiales y energéticos), detoxificar el ambiente o reducir el volumen de los contaminantes previa a su disposición final, a través de la remoción de metales pesados contenidos en la solución de relave; en el Perú, existen muy pocos métodos activos y pasivos para tratar los relaves y efluentes mineros-metalúrgicos.

La minería representa el mayor porcentaje de las exportaciones netas en el Perú, siendo el sexto mayor productor de oro en el mundo y el primero en América Latina (Román-Dañobeytia *et al.*; citado en CONCYTEC, 2016). No obstante, en la región coexisten otras actividades, como la agricultura, la ganadería, la pesquería, entre otros, cuyo desarrollo puede sufrir daños en términos de calidad y estabilidad de sus componentes suelo, aire y agua. Por tal motivo, es vital identificar las principales fuentes contaminantes y la definición de la remediación de ambientes degradados o impactados por las consecuencias de la minería.

Conscientes de esta situación, a través del Programa de Ciencia y Tecnología Ambiental (CINTyA) del CONCYTEC (CONCYTEC, 2016), se ha identificado que las actividades minero-metalúrgicas y el desarrollo de nuevas tecnologías para la extracción y refinamiento de minerales e hidrocarburos, a pesar de ser de alta importancia para el desarrollo económico del país, necesitan estudios científicos para reconocer las principales fuentes contaminantes y desarrollar métodos para una adecuada remediación ambiental. Si bien, en nuestro país existen muchos estudios sobre los ambientes degradados, se desconoce sobre las soluciones que se pueden ejecutar para recuperarlos. Esto se debe a la complejidad de estos proyectos que necesitan desarrollar tecnologías para la remoción de contaminantes en el suelo, agua superficial y subterránea o sedimentos, así como estudios ecosistémicos y socioeconómicos para determinar la complejidad de estos ambientes y la metodología más apropiada para su recuperación.

Asimismo, si bien las políticas del Estado apuntan a dos objetivos: la remediación ambiental de pasivos y el cierre de minas; el mismo Estado exige extensos estudios que respalden estos procesos antes de su ejecución, no hallándose métodos claros para replicar o implementar rápidamente. De acuerdo a Sotomayor (2016), es necesario “intensificar de manera eficaz y eficiente la remediación de pasivos mineros en la etapa de cierre de minas, conforme establece el SNIP y las normas del sector minero, considerando que todo estudio debe presentar previamente un perfil el cual debe ser aprobado por la Oficina de Programación e Inversiones” (OPI- MINEM, p. 85).

Por último, una de las más graves consecuencias del no tratamiento, remediación o cierre de los PAMs es la generación de drenaje ácido de rocas, dado que los relaves depositados pueden generar ácido sulfúrico, el que a su vez puede disolver metales tóxicos procedentes de los minerales del relave depositado. De acuerdo a la Figura 2, el ácido sulfúrico (H_2SO_4) y hierro ferroso se genera por oxidación espontánea y natural de la pirita (disulfuro de hierro, FeS_2), agua y oxígeno atmosférico; sin embargo, puede lixiviar (disolver) otros minerales sulfurados si su pH llega a niveles suficientemente ácidos (pH bajo 3,5) (Sernageomin, 2018).



Figura 2: Proceso de generación de ácido sulfúrico a partir de relaves con pirita.

A continuación, se describen dos métodos de recuperación de pirita, compuesto comúnmente encontrado en relaves mineros y que, de ser recuperado, puede ser utilizado para producir, por ejemplo, ácido sulfúrico.

2.3.1. Flotación de pirita

Tal como se mencionó anteriormente, la pirita es un compuesto, similar en apariencia al oro, pero que está conformada por azufre y hierro (casi por partes iguales), es de grano fino y macizo, con poca o nula entrada de luz. Desde hace mucho tiempo se conoce que la pirita, como fuente de azufre, puede someterse a procesos de recuperación, con el fin de obtenerla como subproducto de flotación de otros minerales. En tal sentido, es común encontrarla en desechos de minerales como relaves mineros o, incluso, aguas ácidas; por ejemplo, en grandes depósitos de relaves, como resultado de operaciones diversas de molienda, se pueden obtener cantidades significativas de pirita.

En muchos casos estos relaves pueden ser desechos después de producir concentrados de pirita, debido a que son una fuente adecuada de dióxido de azufre para la manufactura de ácido sulfúrico, conteniendo normalmente azufre de al menos 48 por ciento de pureza. El ácido sulfúrico (H_2SO_4) es un químico fundamental en la manufactura de productos de valor agregado, su precio es relativamente bajo por lo que las técnicas industriales de manufactura emplean materias primas disponibles con facilidad en grandes cantidades y de costo reducido. En ese sentido, se considera una materia prima atractiva al dióxido de azufre (SO_2) producido en el procesamiento de piritas, ya que además de atender una problemática ambiental, como veremos más adelante, se obtiene una sustancia química apreciada en el mercado (Rosas *et al.*, 2007).

El tratamiento inicial de los relaves, antes de la recuperación de pirita, depende de la fuente y tamaño de la partícula del material a ser tratado, es decir, el material fino, como los relaves de flotación, normalmente no requiere reducción de tamaño antes de flotar la pirita, mientras que los relaves gruesos deben estar molidos antes de pasar a la flotación (Recuperación de Pirita de Relaves por Flotación, 2018). Cabe señalar que, a partir de la recuperación de pirita, y azufre de esta, se puede continuar el proceso químico para obtener ácido sulfúrico, tal como fue mencionado al inicio del presente párrafo.

En tal sentido, los relaves finos secos pueden ser extraídos y enviados a la planta de tostación por camión o pueden ser extraídos hidráulicamente de la cantera y la pulpa resultante bombeada para la planta. En cualquier caso, los relaves deberían ser pasados por una zaranda antes del tratamiento para quitar el material muy grande y otras impurezas. Generalmente,

las superficies de pirita contenidas en relaves antiguos están frecuentemente oxidadas a tal grado que la recuperación por flotación puede ser difícil. Por lo tanto, la remoción de las películas oxidadas puede ser necesaria para lograr una recuperación satisfactoria de un producto de pirita con pureza aceptable; ésta, a su vez, se puede efectuar por lavado a densidades de sólidos de 70-80 por ciento en un equipo de atrición (Recuperación de Pirita de Relaves por Flotación, 2018).

Los relaves extraídos en seco pueden ser diluidos con agua hasta la consistencia correcta para la atrición, mientras que los extraídos hidráulicamente normalmente requieren quitar el agua excedente antes de la atrición. Asimismo, los relaves en los cuales la pirita no está libre de los minerales asociados o, que es demasiado grueso para ser manipulado por la flotación, primero deben reducirse al tamaño correcto de la partícula por molienda. Esto se efectúa en un molino de bolas en circuito cerrado con un clasificador en espiral (ver Figura 3).

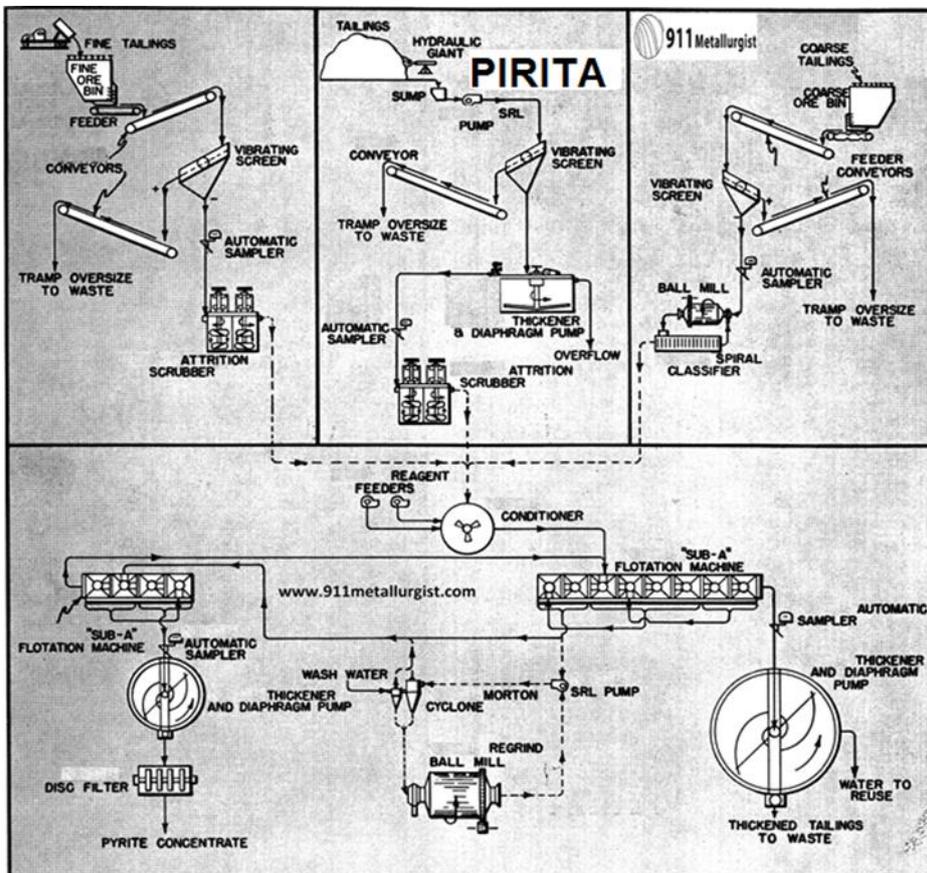


Figura 3: Recuperación de pirita de relaves.

Copyright 2012-2017 911Metallurgist.

A continuación, los relaves lavados deben pasar por un acondicionador (i.e. xantato u otro colector) donde los reactivos se agregan para activar la pirita. Para que la pirita generalmente responda satisfactoriamente a la activación en un circuito ácido, se añade ácido sulfúrico al acondicionador en una cantidad lo suficiente como para producir un pH de 6 o menor (Recuperación de Pirita de Relaves por Flotación, 2018).

Seguidamente, la pulpa proveniente del acondicionador se dirige al circuito de flotación, que consiste en un grupo de celdas arregladas para tener una etapa de flotación primaria, una etapa de agotamiento, una etapa de limpieza, y una final. Las espumas de las celdas de la etapa de agotamiento son recirculadas por gravedad a la segunda celda del circuito primario para el retratamiento, mientras que la espuma del circuito de flotación primaria pasa a la primera etapa de limpieza. Si las partículas del concentrado de limpieza presentan partículas mixtas, estas son remolidas en un molino de bolas funcionando en circuito cerrado con un ciclón clasificador, a partir del cual es enviado al circuito de limpieza final. La limpieza final de pirita puede ser efectuada en un pH de 6,5 para 7,0, para lo cual se puede añadir cal al circuito de remolienda y así neutralizar el ácido excedente, evitando el costo de tener equipo a prueba de ácido en esta parte del proceso de tratamiento. La limpieza final normalmente consta de dos etapas y los relaves del circuito de limpieza se recirculan como alimento al circuito de flotación primaria. El concentrado de flotación de pirita es bombeado a un espesador para quitar agua excedente antes de filtrar, en intervalos fijos, bajo una capacidad suficiente de espesamiento para adecuadamente almacenar los concentrados acumulados durante paradas del filtro. La bomba de descarga regulable sirve para la recirculación de los sólidos espesados al espesador durante tales períodos; donde el agua debe ser recirculada, los relaves de la flotación primaria son espesados en un espesador y el agua del rebose es recirculada (Recuperación de Pirita de Relaves por Flotación, 2018).

En suma, el método de flotación de pirita permite recuperar el azufre de desechos azufrados como relaves mineros y aguas ácidas, y luego transformarlo para obtener ácido sulfúrico. La factibilidad de procesar relaves depende de muchos factores que pueden influir en el funcionamiento de la planta de flotación, es por ello que el muestreo detallado del depósito de relave es esencial, es decir, deben realizarse pruebas de laboratorio y pruebas piloto. Finalmente, antes que una planta reciba relaves de varios depósitos, se requerirá de un conocimiento completo de las características de dichos depósitos, con el fin de considerar

los aspectos adecuados para que el diagrama de flujo sea eficiente. Esto se ampliará en la Sección 4.3.2.2.

2.3.2. Chancado y magnetizado

De acuerdo a Negrón (2015), la técnica de chancado y magnetizado inicia con la identificación del lugar en que se encuentra acumulado la desmontera, con el contenido de mineral de hierro de baja ley. En dicha ubicación, se debe montar una planta de recuperación del mineral de fierro, que consiste en un sistema de chancado, primario y secundario, provisto de dispositivos de funcionamiento llamado continuo a fin de que el material sea reducido de tamaño hasta 16 mm por acción de las chancadoras y pase directamente al sistema de magnetización. Aquí, apelando a las propiedades magnéticas que posee el hierro en su forma de magnetita, el mineral predominante es captado por los rodillos magnéticos y fajas llamadas magnéticas, que tienen sus polines de cabeza, conformados por un sistema mixto en su constitución interna (mitad de material inerte y la otra mitad de material magnético).

De esta manera la faja o rodillo, al girar continuamente, contribuye al transporte del mineral finamente chancado hasta el polín de cabeza donde sucede la separación del mineral de fierro y la ganga, por el simple cambio de posición del rodillo magnético. Así el mineral con alto contenido de fierro, se dirige a las tolvas o silos desde donde abastecen a los camiones, que van a transportarlo; por otro lado, el material que no ha sido captado por el sistema de magnetizado, vuelve, mediante otro circuito cerrado, a ser sometido a la separación, hasta que sea completamente empobrecida, para ser luego depositada en lugares previamente designados (ver Figura 4).

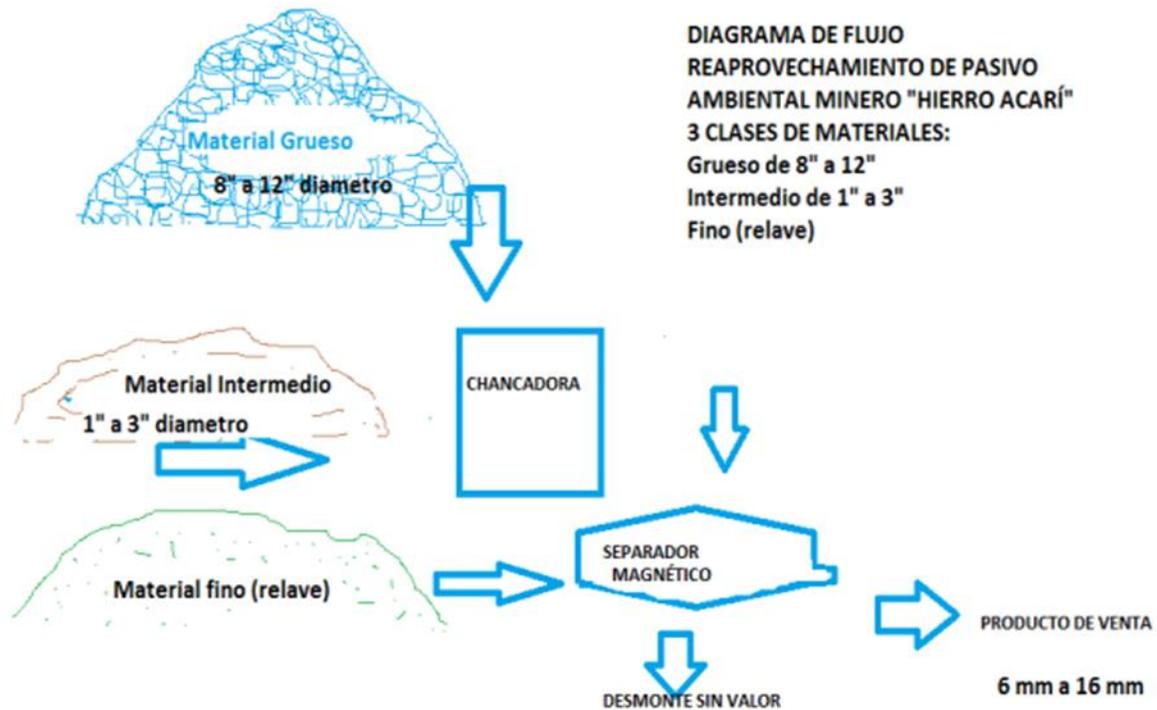


Figura 4: Diagrama de flujo del método de chancado y magnetizado del pasivo ambiental “Acarí”.

Recuperado de Negrón (2015).

La técnica antes descrita se utilizó para procesar y reaprovechar mineral de baja ley de fierro, que correspondían a un desmonte de pasivo ambiental minero, denominado “Acarí” en Arequipa, lo cual permitió elevar la ley a 63 por ciento de Fe (antes 48 por ciento de Fe). Con esta recuperación, se estimó la venta de fierro al mercado extranjero de un total de 9,6 millones de TM, en 8 años, a razón de 1,2 millones por año, produciendo 100,000 TM/Mes. Para este reaprovechamiento de piedras y relave, abandonados desde hace 50 años, se tuvieron que realizar trabajos de remoción, carguío y transporte interno a la planta de tratamiento o recuperación (chancado y magnetizado), donde se obtiene el producto final para la venta (fierro de 63 por ciento de ley). Este fue transportado hacia el Puerto San Juan de Marcona, en donde se acumuló en canchas especiales, para luego proceder al carguío al barco, mediante fajas transportadoras móviles (Negrón, 2015).

III. EXPERIENCIA Y APORTES PROFESIONALES

3.1. Descripción del centro laboral

INSIDEO S.A.C. es una empresa consultora con RUC 20543082563 y domicilio fiscal en Avenida Primavera 643 Oficina SS103, Chacarilla del Estanque - San Borja, Lima.

INSIDEO es una firma consultora especializada en temas ambientales y sociales con un enfoque de desarrollo sostenible. Desde su fundación en el año 2012 hasta la actualidad, posee una cartera de 100 clientes entre antiguos y actuales y más de 120 proyectos entregados y aprobados. Los principales clientes son empresas líderes en sus sectores (minero, energético, pesquero, agrícola, entre otros) e instituciones públicas en búsqueda de la mejora continua, mantenimiento de sus permisos operativos y ambientales, obtención de certificaciones ambientales y aseguramiento de la sostenibilidad de sus actividades.

INSIDEO posee un equipo multidisciplinario de profesionales emprendedores, talentosos y apasionados en lo que hacen, estando su enfoque de trabajo centrado en la prevención y solución de problemas. La misión de INSIDEO es “brindar servicios de consultoría socioambiental de excelencia a los diferentes sectores productivos, a través del trabajo a cargo de profesionales con reconocida experiencia en la problemática social y ambiental local, de acuerdo con las mejores prácticas globales” (INSIDEO, s.f.a).

La visión de INSIDEO es “ser reconocidos dentro de los sectores en los que se desempeña como una empresa que mantiene relaciones estables, duraderas y de confianza con los clientes, colaboradores externos e internos, y equipo, mediante el cumplimiento de las necesidades y expectativas de éstos” (INSIDEO, s.f.b).

Para ello, INSIDEO asume como propios estos compromisos (INSIDEO, s.f.c):

- Con la sociedad. Respetamos y valoramos las posiciones y opiniones de los diversos grupos de interés con los que interactuamos e incluimos los diversos puntos de vista en el diseño de las estrategias que implementamos.
- Con el ambiente. Cuidamos el ambiente y tenemos prácticas para conservarlo, así como a los recursos naturales que lo componen.
- Con el desarrollo económico. Colaboramos de manera activa en iniciativas para que éstas sean sostenibles.
- Con nuestro equipo. Buscamos el desarrollo integral de nuestro equipo de colaboradores.
- Asimismo, INSIDEO asume los siguientes valores con respecto a las relaciones con los clientes, colaboradores y equipo:
 - Colaboración. Con y para todos los clientes y los proyectos que desarrollen de manera sostenible.
 - Confianza. Generar relaciones de largo plazo, basadas en la confianza y en una atención dedicada y profesional.
 - Formación. Ser una empresa que continúe atrayendo y reteniendo a los mejores profesionales del medio con destacado talento, dedicación y pasión por su trabajo.
 - Efectividad. Brindar un excelente servicio que colabore de manera efectiva en el cumplimiento de los objetivos y la solución de los problemas de los clientes.
 - Ética. Ser éticos, confiables y defender la verdad.

La estructura organizacional de INSIDEO contempla a 40 personas, entre las cuales se encuentran ingenieros ambientales, civiles y mecánicos, biólogos, geólogos e ingenieros geógrafos, entre otros. En la Figura 5 se muestra la distribución del personal al julio del año 2019.

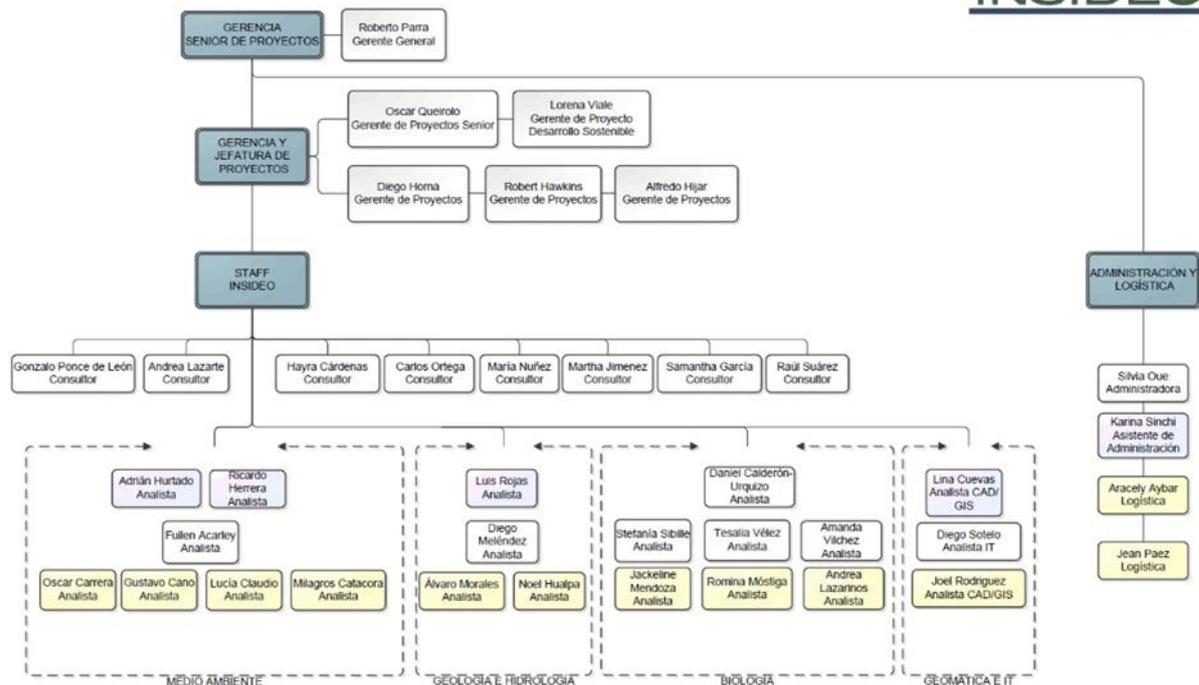


Figura 5: Organigrama de INSIDEO.

Tomado con permiso.

3.2. Funciones desempeñadas y la vinculación con la ingeniería ambiental

En INSIDEO he venido laborando desde enero del año 2014, inmediatamente después de haber concluido los estudios profesionales de la carrera de Ingeniería Ambiental, desempeñando los cargos de analista ambiental (enero de 2014 a agosto de 2015), consultora estratégica (agosto de 2016 a julio de 2018) y consultora ambiental (agosto de 2016 a la actualidad). A continuación, se detallan las funciones desempeñadas como parte de dichos cargos:

3.2.1. Analista ambiental

Responsable de la elaboración de los instrumentos de gestión ambiental, ejecución de monitoreos ambientales, coordinación y liderazgo de estudios de diversos proyectos. Reporta a la Jefatura de Proyectos, destacando los siguientes aspectos:

- Coordinación inicial (kick-off meetings), elaboración del Plan de Participación Ciudadana (PPC) y Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto “Línea de Transmisión 220 kV Azángaro – Juliaca – Puno y Subestaciones Asociadas” de la

empresa española REDESUR, cuya inversión de construcción asciende a US\$ 37 millones, y la de operación y mantenimiento a US\$ 1 118 millones anuales.

- Ejecuciones de estudios de línea base, auditorías y scopings en proyectos mineros como Proyecto de Exploración Taucane (Minsur S.A.), Proyecto de Óxidos de Alta Ley Mina Justa (Marcobre S.A.C.), Quinta Modificación del Proyecto Yanacocha; así como en proyectos energéticos como Línea de Transmisión Eléctrica de 220 kV Limacpunco – Onocora (Electro Araza S.A.C.), Central Hidroeléctrica La Virgen (La Virgen S.A.C.), Central Hidroeléctrica Renovandes H1 (Renovandes S.A.C.).
- Eficaz manejo del área de Energía y del liderazgo en diversos proyectos de dicha área, evidenciándose en el rápido ascenso dentro de las escalas definidas por la empresa.

3.2.2. Consultora estratégica

Responsable del desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de la Calidad y organización del área de Recursos Humanos. Responsable de la expansión de la empresa e incursión en nuevas ideas de negocio. Reporta al Gerente General directamente, destacando los siguientes aspectos:

- Desarrollo e implementación del Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2008, con indicadores favorables a la fecha y auditoría proyectada para el próximo año.
- Reorganización del área de Recursos Humanos y creación de manuales corporativos, procedimientos e instructivos laborales, aplicación de encuestas de clima y cultura laboral, entre otros.
- Liderazgo de los procesos de homologación ejecutada por SGS y Bureau Veritas, para continuar el desarrollo de proyectos con empresas mineras como Cerro Verde y Volcan.
- Liderazgo en la postulación al concurso IDEAS AUDACES 2016-I de Cienciactiva (CONCYTEC), con la idea “Aprovechamiento de Residuos Mineros en Cerro de Pasco”. La subvención ganada correspondió a uno de los 30 financiamientos de S/100,000 para escalar el proyecto innovador de la Fase I a la Fase II.
- Efectiva administración y manejo de los fondos del proyecto antes mencionado, así como del desarrollo y ejecución de las distintas actividades en agenda para cumplir los hitos establecidos por Cienciactiva y CONCYTEC.

- Implementación del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud y Medio ambiente, así como del Comité de Seguridad en la empresa, incluyendo la elaboración de documentación referente a Seguridad y Salud en el Trabajo.

3.2.3. Consultor ambiental

Responsable del desarrollo y elaboración de los instrumentos de gestión ambiental, ejecución de monitoreos ambientales, coordinación y liderazgo de estudios de diversos proyectos. Reporta a la Gerencia de Proyectos, destacando los siguientes aspectos:

- Supervisión en distintos proyectos ambientales mineros, tales como la II Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Detallado de los proyectos La Quinoa, Cerro Negro y San José 1 de Minera Yanacocha.
- Especialización en temas sociales con acercamientos exitosos a poblaciones dentro de área de influencia de proyectos mineros como Raura (Minsur S.A.), Quellaveco (Anglo American Perú S.A.), Cerro Verde, entre otros. Desarrollo de estudios de línea base social, planes de gestión, mecanismos de participación ciudadana, entre otros.
- Liderazgo del proyecto “Aprovechamiento de Residuos Mineros en Cerro de Pasco”, así como del desarrollo del perfil de proyecto y los Términos de Referencia para el Estudio de Impacto Ambiental en el Ministerio de la Producción (PRODUCE).

3.3. Descripción de situaciones problemáticas

Para describir el trabajo realizado basado en los conocimientos adquiridos durante la formación académica de la carrera de Ingeniería Ambiental, se han identificado dos problemáticas específicas, las cuales se describen a continuación:

a. Problemática 1: Falta de aplicación de métodos de remediación ambiental de pasivos mineros y apoyo de las entidades encargadas de dicha tarea para desarrollar tecnologías más eficientes y no tan costosas.

En nuestro país, “la remediación es el conjunto de actividades a ser implementadas a fin de cumplir con los criterios ambientales específicos y alcanzar los objetivos sociales deseados después de la etapa de identificación y aprobación del Plan de

Cierre de PAM” (AMSAC, s.f.a).

En tal sentido, Activos Mineros S.A.C. (AMSAC) es una de las entidades encargadas de la remediación ambiental en el Perú, siendo una empresa estatal de derecho privado, perteneciente al sector minero y a la Corporación FONAFE (Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado). AMSAC se creó el 12 de julio de 2006 por acuerdo del Consejo Directivo de PROINVERSIÓN (D.L. N° 674), con el principal objetivo de remediar los pasivos mineros que le encarga el Estado (Ministerio de Energía y Minas, PROINVERSIÓN y el FONAFE), y dar mantenimiento a los pasivos ya remediados. En este sentido, la empresa debe remediar pasivos ambientales mineros inventariados y calificados como de alto riesgo para la salud, seguridad humana y para el medio ambiente, y que cuenten o no con responsables identificados (AMSAC, s.f.b). Finalmente, AMSAC tiene como encargo adicional el desarrollo de actividades mineras, industriales y complementarias, así como la elaboración de actividades relacionadas a la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica.

Por otro lado, el Estado peruano ha encargado a la institución en el ámbito de su labor de remediación, la acción sobre los siguientes pasivos ambientales:

1. Remediación de Pasivos generados por la Actividad Minera de Centromin (Decreto Supremo N° 058-2006-EM).
2. Remediación Cinco Relaveras El Dorado Hualgayoc (Convenio MINEM – FONAM – AMSAC, junio de 2007).
3. Encargo Especial en el Proyecto Conga (Acuerdo PROINVERSION N° 455-2012-CPV del 04.07.2012)
4. Pasivos de Alto Riesgo (R.M. N° 482-2012-MEM/DM, R.M. N° 094-2013-MEM/DM)
 - 272 pasivos ambientales mineros distribuidos en Cajamarca, Ancash, Junín y Puno; con la transferencia de S/ 25 millones de soles (R.M N° 482-2012-MEM/DM de fecha 11.12.2012 y Resolución de Presidencia No. 172-2012-INGEMMET/PCD del 27.12.2012)
 - 203 pasivos ambientales mineros distribuidos en Cajamarca, Ancash, Lima,

Cerro de Pasco, Huancavelica e Ica; con la transferencia de S/ 20 millones de soles (R.M N° 094-2013-MEM/DM de fecha 18.03.2013).

A inicios del año 2019, los pasivos declarados por AMSAC en su sitio web, que son materia de su remediación, incluían aquellos declarados entre los años 2006 y 2013. Por su parte, la transferencia de recursos se registra en el orden de los millones de soles, para remediar en total 475 pasivos de alto riesgo; en tal sentido, si bien se conoce que la remediación ambiental es costosa, tanto el Estado como AMSAC, como entes veladores por resolver esta problemática, deberían priorizar la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías menos costosas y más efectivas.

Por otro lado, recientemente, según el mismo portal web (AMSAC, 2018), el desmonte Excélsior en Pasco, que fue dejado por Centromin Perú y asumido por Activos Mineros, después de que fue subastado para su remediación en el año 2010, recién se reporta como con obras en ejecución. A pesar de evidenciar esta información en el portal web de AMSAC, no se cuenta con datos actuales sobre el estado o avance de la remediación de este PAM (ver Figura 6). Por otro lado, en el caso de la laguna de Quiulacocha, se identifica como en etapa de estudios, siendo necesario que pase a ejecutarse su remediación, dado que continúa afectando a la población de la comunidad campesina del mismo nombre. Estos dos PAMs mencionados son de vital importancia por ser la base de la presente propuesta de perfil de proyecto innovador; sin embargo, el detalle se presenta en secciones más adelante.

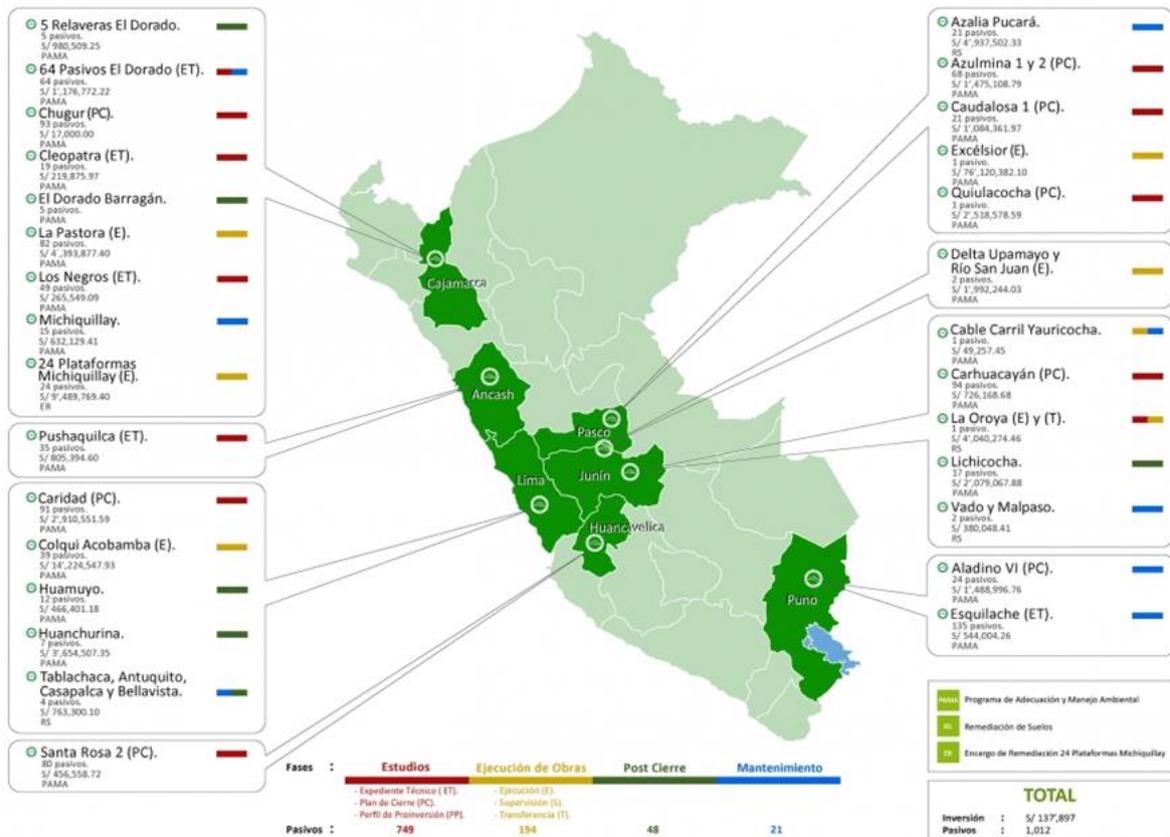


Figura 6: Remediación de pasivos mineros de alto riesgo. Recuperado de AMSAC.

Copyright 2018 por AMSAC.

Sobre los métodos de remediación ambiental más usados en el país, tal como se ha evidenciado en la Sección 4, el chancado y magnetizado ha sido usado en minas como Acarí en Arequipa, con el fin de procesar mineral de baja ley de hierro correspondiente a desmontes del pasivo minero.

AMSAC es considerado como un actor importante para la remediación ambiental debido a que muchos de los pasivos ambientales mineros, cuya composición incluye pirita (compuesto potencialmente aprovechable), están bajo su responsabilidad. Dos de ellos se encuentran en Cerro de Pasco (i.e. desmontes de mina y relaves), y serán detallados más adelante por ser de interés para el proyecto de remediación desarrollado por INSIDEO.

b. Problemática 2: Recursos insuficientes para ejecutar la remediación ambiental de pasivos mineros, siendo este un problema muy generalizado en el país.

Tal como se ha descrito en el punto anterior, no es indiferente el hecho de que existen miles de PAMs sin ser remediados, reaprovechados o, aún más grave, identificados. Parte del problema recae en la falta de métodos o técnicas para efectuar la remediación (y el poco aprovechamiento de oportunidades para investigar sobre esta temática, como se verá líneas abajo), pero la más crítica es la falta de financiamiento o recursos para llevarlos a cabo, así como para hacer el seguimiento apropiado del inventario de pasivos ambientales. Si bien el Estado solicita, estrictamente, desde hace algunos años, a los titulares de los proyectos (i.e. mineros, energéticos, de hidrocarburos, entre otros) incluir planes de cierre bien estructurados y fundamentados, lo cierto es que el inventario de PAMs sigue en un número demasiado alto como para ser atendido por el gobierno.

En relación a los recursos intelectuales para efectuar la remediación de PAMs, es preciso indicar que, según el informe del Programa Nacional Transversal de Ciencia y Tecnología Ambiental 2016-2021, en el área ambiental, la cantidad de publicaciones muestra una tendencia positiva, pero el Perú se encuentra en los lugares inferiores respecto a otros países de la región, como Colombia, Chile y Argentina (Figura 7). El escenario es más crítico cuando la comparación se hace con países con similar PBI, donde el Perú se encuentra muy por debajo de lo publicado por los otros países, como Ucrania, Rumanía y Austria.

En tal sentido, los insuficientes métodos para revertir la degradación ambiental y el inadecuado manejo de los recursos naturales contribuyen a la baja capacidad de respuesta a los desafíos ambientales. Sobre el caso de análisis, si bien en el país se cuenta con insuficiente información científica que identifique consecuencias de la no remediación de pasivos ambientales mineros (i.e. metales en seres humanos y especies animales, degradación de paisaje, baja calidad de vida de poblaciones, entre otros), el Estado mismo exhorta a las empresas y emprendedores que contribuyan a la ciencia con estudios que permitan mejorar nuestra realidad medioambiental.



Figura 7: Cantidad de publicaciones totales y en ciencia ambiental hasta 2015.

Recuperado de CONCYTEC. Copyright 2016 por CONCYTEC.

Es así que esta problemática fue priorizada por INSIDEO en el año 2016, asumiendo, desde su posición de empresa elaboradora de estudios ambientales y perfiles técnicos, un rol de soporte y apoyo a esta situación que afecta a muchos ecosistemas y poblaciones en el país. Asimismo, reconociendo el respaldo de algunas entidades públicas como CONCYTEC a la investigación ambiental, se buscó obtener un fondo para profundizar en la investigación y determinación de la factibilidad del método de remediación ambiental de interés (i.e. tostación de pirita). Esto, a su vez, permitió superar la problemática sobre los recursos financieros para remediar los PAMs, comprobando que el Estado, a través de diversas entidades, está interesado en solucionar dicha situación; sin embargo, necesita de métodos menos costosos para poder manejarla antes de que siga empeorando.

3.4. Contribución en la solución a situaciones problemáticas

Para contribuir a la solución de los problemas identificados, se trabajaron básicamente dos frentes de forma paralela: la parte técnica y la parte de gestión. La parte técnica está referida al desarrollo y ejecución de estudios, con la finalidad de obtener resultados o probar ciertos supuestos; mientras que la parte de gestión se refiere al conjunto de actividades que se realizan para dirigir, administrar y hacer seguimiento a un proyecto o iniciativa.

Antes de indicar la contribución por cada problemática, es preciso señalar cuál fue la propuesta general que se planteó para darle solución de manera integral. Esta se denominó

“Aprovechamiento de residuos mineros en Cerro de Pasco” (en adelante, el proyecto), la cual se basa en el manejo inteligente y sostenible de residuos mineros, a través del aprovechamiento de la pirita, mineral conocido como uno de los principales agentes de contaminación de las aguas, contenida en numerosas instalaciones de residuos mineros en el mundo entero y especialmente en el Perú. En este sentido, si bien es cierto actualmente la pirita no tiene un valor de mercado que permita su comercio directo de manera económicamente viable, el proyecto apunta a su aprovechamiento a través de la obtención de ácido sulfúrico, cenizas metálicas y generación de electricidad, productos con valor comercial, empleando residuos con contenido de pirita, el calor específico de la pirita a través de un proceso de combustión controlada y aguas ácidas (también normalmente asociadas a áreas con residuos mineros). Por otro lado, este proyecto supone la utilización de productos residuales nocivos para el medio ambiente, las poblaciones y la biodiversidad como la pirita y las aguas ácidas, estando estas últimas asociadas al proceso de oxidación de la pirita.

El principal problema que pretende mitigar el proyecto es la contaminación generada por los pasivos ambientales asociados a la minería, muchos de los cuales están relacionados a la presencia de sulfuros como la pirita en depósitos residuales y la generación de flujos con alto nivel de contaminación como las aguas ácidas, generadas por la oxidación de los sulfuros, las cuales tienden a lixiviar metales nocivos para la fauna, cultivos y para el hombre. Tal como fue mencionado en secciones anteriores, en nuestro país, uno de los principales problemas ambientales, que en cierta medida ha dado origen al rechazo de gran parte de la población a esta actividad de vital importancia para nuestra economía, es la contaminación proveniente de los residuos mineros, principalmente los generados antiguamente y que se encuentran abandonados (sin un plan de cierre) por emprendimientos minero-metalúrgicos realizados en el pasado en los que no existía el compromiso –ni la voluntad- de aplicar tecnologías de limpieza de sus efluentes y residuos.

La sostenibilidad de esta idea se basa en (1) la disponibilidad de los insumos, es decir depósitos residuales mineros con pirita y agua con características ácidas, que actualmente representan una situación problemática; en el (2) mercado de los productos obtenidos por el proceso, es decir el ácido sulfúrico, el cual tiene un mercado actual con una demanda conocida y creciente; y en (3) la diferencia significativa, de acuerdo con los cálculos efectuados a nivel conceptual, entre los costos asociados, tanto de capital como de operación,

y los ingresos estimados por la venta de los productos, considerando precios actuales de mercado.

Sobre la problemática 1, la falta de aplicación de métodos de remediación ambiental de pasivos mineros y apoyo de las entidades encargadas de dicha tarea para desarrollar tecnologías más eficientes y no tan costosas, es posible señalar que la parte técnica predominó para poder resolverla. En tal sentido, con la idea de proyecto innovador en mente, se realizó una evaluación de la zona de interés (ver Sección 6.1 del presente documento) y se elaboraron tanto el perfil de factibilidad (Sección 6.3) como un estudio ambiental (Sección 6.4) para reconocer el estado de los principales componentes que existen. Asimismo, se elaboraron los Términos de Referencia (TdRs) para el Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d), en conformidad con el artículo 33.2 del Reglamento de Gestión Ambiental de la Industria Manufacturera y de Comercio Interno, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE, el cual dice que “el procedimiento de clasificación mediante Evaluación Preliminar (EVAP) no es aplicable para aquellos proyectos que estén incluidos en el Anexo II del dicho reglamento” (Sección 4.2)

Sobre la problemática 2, los recursos insuficientes para ejecutar la remediación ambiental de pasivos mineros, siendo este un problema muy generalizado en el país, se tuvo la iniciativa de que, a partir del proyecto descrito líneas arriba, se realicen los estudios necesarios para demostrar su factibilidad/viabilidad y nivel de eficiencia con respecto a otros métodos de remediación de PAMs. Tal como se detalló anteriormente, la idea del proyecto es utilizar relaves mineros con alto contenido en pirita para producir, en una planta de neutralización y a través de un proceso de tostación, ácido sulfúrico, cenizas metálicas y energía eléctrica. En tal sentido, si bien la presente problemática se refería a la falta de recursos económicos para ejecutar la remediación ambiental, lo que se pretende con el proyecto es viabilizar una tecnología que es altamente replicable, de costo recuperable (por la venta de subproductos) pero de alto impacto. A su vez, en relación a los recursos intelectuales se determinó postular esta idea como proyecto innovador al concurso denominado Ideas Audaces, perteneciente al programa Cienciactiva del Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT), siendo una iniciativa del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en el marco del objetivo de contribuir al medio ambiente a través de la recuperación de ambientes degradados (ver

Sección 4.5).

Cabe señalar que en el Anexo 1 se presenta la autorización del gerente general de INSIDEO, Roberto Parra, para el uso de la información referida al proyecto en mención, así como de Carlos Sabán, de la empresa Ecohuaira S.A.C., socio estratégico de INSIDEO para dicho proyecto.

3.5. Análisis de la contribución profesional

En relación al análisis de la contribución profesional, en base a las problemáticas planteadas, además de lo señalado en la Sección 5.4, se puede detallar lo siguiente:

1. Sobre la problemática 1, la falta de aplicación de métodos de remediación ambiental de pasivos mineros y apoyo de las entidades encargadas de dicha tarea para desarrollar tecnologías más eficientes y no tan costosas, el aporte profesional responde al conocimiento de dicha situación problemática como egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental, así como el profundo reconocimiento de la importancia de resolverlo antes de impactar aún más en el medio ambiente. En tal sentido, durante los cursos de Manejo ambiental de cuencas, Planificación ambiental y Geografía física, se pudieron analizar y estudiar realidades similares a las que se buscó resolver con el perfil de proyecto de remediación, presentado en este documento.

Con el curso de Manejo ambiental de cuencas, se pudo reconocer la importancia de la cuenca donde se emplazaría el proyecto, considerando que el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales se basa en un sistema que interrelaciona factores sociales, económicos, políticos, institucionales, recursos naturales y medio ambientales y que son variables en el tiempo. Asimismo, permitió analizar y evaluar la existencia de los recursos naturales existentes en dicha cuenca hidrográfica, con el fin de tratar o mitigar sus impactos ambientales. Así, de acuerdo con la R.J. N° 202-2010-ANA, el proyecto se ve influenciado por el río Culcahuain, el cual está clasificado como Categoría 3, por pertenecer a la cuenca Mantaro. Por su parte, las lagunas en el área de estudio han sido clasificadas como Categoría 4.

En relación al curso de Planificación ambiental, este busca sensibilizar a la sociedad en la comprensión de que sus actividades y funciones desempeñadas en el planeta, deben ir en concordancia con el respeto al medio ambiente. En ese sentido, los conocimientos adquiridos en el curso facilitaron la toma de decisiones para dar soluciones a problemas definidos, como la no remediación de PAMs, identificándose como una necesidad ambiental tangible y urgente de resolver. Para ello, se tomó en cuenta que cualquier ámbito donde se desarrollan las actividades humanas coexiste con sistemas socio-ecológicos complejos influenciados por componentes ambientales que pueden ser afectados por un determinado problema, tanto a escala espacial como temporal. Por otro lado, los aspectos de planificación contribuyeron a la ejecución de estrategias adecuadas y a la aplicación de herramientas y metodologías para proponer y dar soluciones al problema en estudio.

Finalmente, el curso de Geografía física contribuyó al reconocimiento de una problemática tan relevante como la presencia por pasivos ambientales mineros, cuyas consecuencias van desde la contaminación ambiental (i.e. agua, suelo, paisaje) hasta la disminución de la calidad de vida de las poblaciones dentro de su área de influencia. En dicho curso, se pudo tangibilizar esta situación al reconocer, mediante varias salidas de campo, diversos PAMs cerca de la ciudad de Lima y en otras provincias. En estas evaluaciones in situ se identificaron cuerpos de agua contaminados, relaves abandonados que originaban aguas ácidas al ser influenciadas por las precipitaciones, paisajes afectados y degradados, entre otros impactos.

2. Sobre la problemática 2, los recursos insuficientes para ejecutar la remediación ambiental de pasivos mineros, los cursos arriba descritos permitieron comprobar y reconocer la problemática como un tema importante y que necesita del apoyo del Estado y entidades privadas para que, juntando sus esfuerzos, pueda ser resuelto. Sin embargo, como egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental, se reconoció que todo proyecto, ya sea de remediación o de reaprovechamiento, debe ser sustentado adecuadamente, tanto en los aspectos técnicos/económicos como en los ambientales/sociales, para poder demostrar su factibilidad.

En tal sentido, si bien la idea inicial del proyecto fue desarrollar su perfil técnico y

ambiental, con el fin de optar por un financiamiento para ejecutarlo, primero había que comprobar la factibilidad del método de remediación (i.e. tostación de pirita, descrito más adelante). Para ello se tuvieron que hacer diversos estudios, como la determinación de los Términos de Referencia, los cuales son la base para realizar los estudios de impacto ambiental, a través de los cuales se obtiene la licencia ambiental para ejecutar cualquier proyecto de inversión. Es así que los conocimientos obtenidos del curso de Evaluación de Impacto Ambiental fueron clave para ejecutar este aspecto del presente proyecto. En dicho curso, se reconocieron los principales aspectos asociados al desarrollo de un EIA, el cual, para el proyecto, fue determinado como perteneciente al Ministerio de Producción. De esta forma, en concordancia con el artículo 33.2 del Reglamento de Gestión Ambiental de la Industria Manufacturera y de Comercio Interno, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE, el proyecto no debía pasar por una Evaluación Preliminar (EVAP), al estar incluido en el Anexo II del dicho reglamento. En la Sección 6.2 del presente estudio se presenta el detalle de los TdRs.

Finalmente, la obtención de recursos económicos y técnicos para ejecutar los estudios antes descritos, fue posible gracias a las competencias integrales obtenidas como egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental, así como los conocimientos adquiridos durante el ejercicio de la misma y el apoyo del equipo multidisciplinario de la empresa INSIDEO. En tal sentido, tal como lo indica el perfil de la carrera, el egresado de Ingeniería Ambiental debe poder identificar, cuantificar y solucionar problemas relacionados con el ambiente, a través de competencias como la organización, planificación, gestión, integridad personal y profesional, siendo capaz de trabajar multidisciplinariamente, con compromiso y dedicación.

3.6. Explicación de los beneficios obtenidos del centro laboral

Los beneficios obtenidos en INSIDEO, a raíz de la ejecución de los estudios del presente proyecto, fueron los siguientes:

1. Obtención del financiamiento: En agosto del año 2016, INSIDEO postuló la idea “Aprovechamiento de Residuos Mineros en Cerro de Pasco” a uno de los 30 financiamientos de S/100,000 del concurso Ideas Audaces 2016-I de Cienciactiva

(perteneciente al CONCYTEC¹), cuyo fin era escalar un proyecto innovador de la Fase I (idea) a la Fase II (ejecución). Para ello, se elaboró un resumen de la propuesta innovadora y se obtuvo el financiamiento para realizar los estudios de factibilidad del proyecto. Este fondo se repartió en diferentes partidas económicas (i.e. recursos humanos, equipos y bienes duraderos, pasajes y viáticos, materiales e insumos, servicios tecnológicos o de terceros, asesorías especializadas, gastos de gestión y otros gastos), las cuales debían ser utilizadas en el periodo de un año y medio, a partir de enero del año 2017.

2. Reconocimiento: Durante el segundo trimestre del año 2017, Cienciactiva, en su rol de ejecutor del concurso Ideas Audaces, invitó a INSIDEO a participar del Programa Impulsa, cuyo objetivo es capacitar e impulsar los proyectos financiados. Este programa consistía en hacer un pitch sobre el proyecto y su plan de negocios frente a un grupo de evaluadores, con el objetivo de obtener su feedback y recomendaciones para continuar con el desarrollo del mismo, llevándose a cabo en julio del año 2017.
3. Firma de convenio con socios estratégicos: Después de validar el mercado y probar la factibilidad del proyecto, se pudo determinar a los socios inteligentes que podrían contribuir con este, siendo, por ejemplo, empresas especializadas en el desarrollo de tecnologías para la implementación de procesos productivos innovadores, así como en los aspectos ingenieriles y técnicos. En tal sentido, un logro obtenido fue la declaración de interés de la empresa Outotec en mayo del año 2018, la cual permitiría validar el proceso de remediación y producción de ácido sulfúrico, a través de su staff de especialistas e ingenieros con experiencia en proyectos de tipo ingenieriles. Asimismo, se realizó la firma del convenio con la empresa CIGM (Consultora de Ingeniería, Geología y Minería) S.A.C., el 20 de junio del año 2018, la cual permitiría validar el proceso de remediación de pasivos ambientales mineros utilizando desmontes de mina y relaves, gracias a su equipo de ingenieros mineros metalúrgicos y geólogos con experiencia en procesos de rehabilitación minera y proyectos de tipo ingenieriles contribuiría a la validación del proceso y realización de los estudios de factibilidad del proyecto.

¹ Ver sitio web de Cienciactiva: <http://www.cienciactiva.gob.pe/convocatorias/innovacion-y-transferencia-tecnologica/ideas-audaces-2016-01>

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal como fue detallado anteriormente, los resultados que se presentarán a continuación fueron obtenidos para desarrollar el perfil del proyecto innovador, gracias al fondo obtenido por el concurso de Ideas Audaces (2016-I), organizado por Cienciactiva, del CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica). El financiamiento obtenido por dicha entidad permitió probar la factibilidad de la propuesta tecnológica de remediación ambiental de pasivos mineros, cuya innovación recae en el proceso de tostación de pirita, diseñado para tratar desmontes de mina y relaves, y obtener como subproductos ácido sulfúrico y energía eléctrica que abastezca a la planta de neutralización.

La descripción de las funciones desempeñadas y su vinculación con campos temáticos de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental se detalla en la Sección 5.3, mientras que la contribución en la solución de situaciones problemáticas que se hayan presentado durante su estancia en la empresa en la Sección 5.4. Por su parte, el análisis de la contribución en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional se presenta en la Sección 5.5 y la explicación de los beneficios obtenidos por el centro laboral de su contribución a la solución de situaciones problemáticas en la Sección 5.6.

4.1. Área de estudio del proyecto de remediación

4.1.1. Identificación de pasivos ambientales mineros

Dentro y cerca del área de estudio del presente proyecto, cuyo objetivo principal es la remediación ambiental, se han identificado pasivos ambientales mineros (PAMs), como paso preliminar para la determinación de su viabilidad, se determinaron las áreas con labores de minería artesanal que son trabajadas de manera esporádica, tal como se muestra en la Tabla 1 y en la Figura 8. En el primer caso, estos corresponden a la versión del inventario nacional de pasivos ambientales mineros del año 2016 (R.M. N° 535-2016-MEM/DM); mientras que las labores constituyen potenciales pasivos ambientales a futuro, dado que actualmente no están abandonados.

Los PAMs de interés para el proyecto son la Desmontera Excélsior (número 3 de la tabla) y la Relavera de la Laguna Quiulacochoa (número 7 de la tabla).

Tabla 1: Ubicación de pasivos mineros

Ítem	Tipo	Ubicación		Altitud (msnm)	Estado	Localidad
		Este (m)	Norte (m)			
01	Relaves	356 609,72	8 815 998,54	4 207	Pasivo de la Compañía Minera Aurex S.A., dentro de las concesiones Andes, Anton y Ccolcce	Yurajhuanca
02	Media barreta	364 480,62	8 814 722,57	4 374	Pasivo denominado Cuatro Amigos, dentro de las concesiones Acumulación Taburete, Colquijirca N°2, Pampados-L y Serenata 3	Quiulacochoa
03	Desmorte de mina	360 603,66	8 818 193,52	4 336	Residuo minero perteneciente a la Desmontera Excélsior, dentro de la concesión Paragsha-Ocroyoc	Cerro de Pasco
04	Desmorte de mina	360 979,65	8 819 857,50	4 408	Residuo minero perteneciente a Don Paco, dentro de la concesión Cerro de Pasco-Uno	Cerro de Pasco
05	Pique	363 019,63	8 819 241,51	4 401	Pasivo perteneciente a la Compañía Minera El Pilar S.A. y a la concesión del mismo nombre	Cerro de Pasco
06	Desmorte de mina	359 734,68	8 816 362,54	4 257	Residuos mineros de la Fundición Casa blanca, concesiones CENTROMIN N°15, Colquijirca N° 2, Serena 2, Acumulación Taburete y Cerro de Pasco	Quiulacochoa
	Campamento, oficinas, talleres	359 709,68	8 816 441,54			
07	Relaves	358 681,69	8 814 887,56	4 249	Relave colonial Laguna Quiulacochoa, perteneciente a la empresa Cerro S.A.C.	Quiulacochoa
08	Relaves	356 471,72	8 816 172,54	4 202	Relave colonial San Lorenzo, dentro de la concesión de la Compañía Minera Aurex S.A.	Yurajhuanca

«continuación»

09	Relaves	356 822,71	8 815 051,56	4 199	Relave colonial San Yurajhuanca Pablo, dentro de la concesión de la Compañía Minera Aurex S.A.
10	Relaves	359 956,67	8 816 563,54	4 255	Relavera de Quiulacocha, perteneciente a las concesiones CENTROMIN N°16, Cerro de Pasco-Tres y El Metalurgista
11	Relaves	356 617,72	8 815 977,54	4 207	Residuos coloniales Yurajhuanca dentro de las concesiones Andes, Anton y Ccolcce

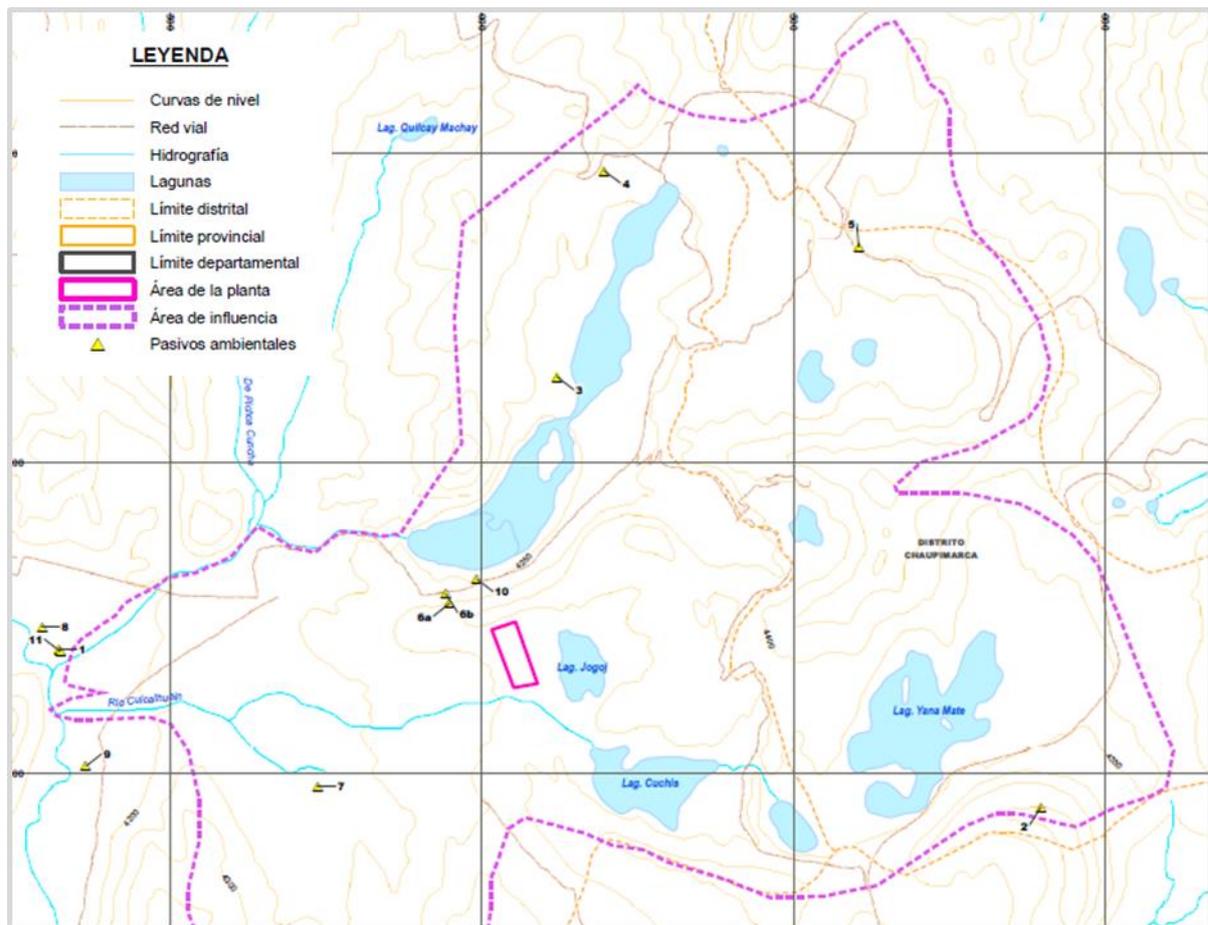


Figura 8: Ubicación de PAMs en el área del proyecto

Nota: Planta como polígono fucsia y área de estudio ambiental como polígono morado con línea punteada).

Elaboración propia.

4.1.2. Ubicación y accesos al área del proyecto

El proyecto “Aprovechamiento de residuos mineros en Cerro de Pasco” se encuentra ubicado a 4 km al suroeste de la ciudad de Pasco y de la Unidad Minera Cerro de Pasco de la Compañía Minera Volcan, en terrenos de la Comunidad Campesina Quiulacocha. Por su parte, el material residual a tratar (desmonte minero) se encuentra a 2 Km de la potencial ubicación de la planta, hallándose colindante con el Asentamiento Humano Champamarca. La línea roja mostrada en la Figura 9 muestra la desmontera de interés (desmontera Excélsior), mientras que el polígono blanco muestra la potencial ubicación de la planta de neutralización.

Cabe señalar que, según Sotomayor (2016), hasta el año 2016, existía un tema legal que impedía la remediación de la desmontera Excélsior y depósito de relaves de Quiulacocha, ubicados en la cuenca del río Mantaro, ya que Activos Mineros (AMSAC) no podía ejecutar el plan de cierre porque existe una resolución judicial que restituye los derechos de la concesión para explotación de los relaves “El Metalurgista”, perteneciente a la empresa Cerro de Pasco Research. Sin embargo, de acuerdo al portal web de AMSAC (2018), el primero ya se encuentra con obras en ejecución y el segundo sigue en estudios.

A pesar de esta situación, el presente proyecto innovador, por sus características y poder de remediación, puede ser replicado en otras regiones, dado que, el perfil elaborado gracias al fondo del concurso Ideas Audaces, permitió comprobar que la planta de neutralización funcionaría con relaves con alto contenido en pirita, existiendo aún muchos PAMs que pueden ser tratados con dicho proceso. Esta explicación será detallada en secciones más adelante.



Figura 9: Ubicación del proyecto

Nota: Planta como polígono blanco y desmonte Excelsior, pasivo de interés, como polígono rojo).

Elaboración propia.

4.2. Términos de Referencia del proyecto

Los Términos de Referencia (TdRs) son documentos técnicos en los cuales se detallan los objetivos, propósitos, características y procesos para evaluar, ejecutar y administrar un proyecto. Estos se usan en varios contextos como los proyectos de inversión, proyectos sociales, consultorías y adquisiciones de bienes y servicios.

En conformidad con el artículo 33.2 del Reglamento de Gestión Ambiental de la Industria Manufacturera y de Comercio Interno, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE, “el procedimiento de clasificación mediante Evaluación Preliminar (EVAP) no es aplicable para aquellos proyectos que estén incluidos en el Anexo II del dicho reglamento”. En tal sentido, el presente proyecto, luego de una reunión en el PRODUCE, fue clasificado dentro de dicho anexo, es decir, no necesita de una evaluación preliminar para ser categorizado, pues ya se encontraba dentro de los proyectos a los que le corresponden un Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d). En especial, el Anexo II del D.S. N° 017-2015-PRODUCE lo clasifica como 06 Plantas químicas integradas de producción de sustancias químicas básicas, por estar destinada a elaborar ácido sulfúrico.

Es así que, el día 10 de mayo del año 2017, después de elaborar los Términos de Referencia para el Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-d) correspondiente al proyecto subvencionado por CONCYTEC (denominado “Planta de neutralización Regenera+”), estos se ingresaron a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria del Ministerio de la Producción (PRODUCE). Este documento es clave para iniciar los estudios ambientales y sociales en el área de influencia del proyecto y, de acuerdo a lo manifestado por el PRODUCE, su evaluación toma un mes.

El día 12 de Mayo del mismo año, el documento pasó a la Dirección evaluadora del PRODUCE, asignándose al evaluador, el Ing. Jonatan Romero, mientras que en el mes de Agosto, habiendo dado inicio a los estudios de gabinete del proyecto, se aprobaron bajo el informe N° 709-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI-DEAM, con fecha 15 de Agosto del 2017 (ver Anexo 2).

Con la aprobación del documento de los TdRs, se procedió a hacer las evaluaciones preliminares en la zona de interés del proyecto, la cual se ubica dentro del ámbito de la Municipalidad Distrital de Pasco, en las afuera de la ciudad de Cerro de Pasco, a aproximadamente 4 km del centro de la ciudad y a 170 km aproximadamente de la ciudad de Lima. Dichas evaluaciones se realizaron, según lo descrito en la Sección 6.4, en el mes de setiembre, con el principal objetivo de realizar un reconocimiento del área, así como evaluar las condiciones de línea base del área de estudio ambiental.

4.3. Factibilidad del proyecto de remediación

El presente proyecto fue definido para la captación y recolección de residuos mineros con contenido de pirita ubicados en Cerro de Pasco, para su procesamiento en una planta industrial y posterior obtención de ácido sulfúrico y energía eléctrica. El proyecto pretende disminuir el potencial de contaminación de los pasivos ambientales mineros (PAMs) mediante la reducción del volumen de residuos mineros con pirita y los flujos de aguas ácidas, a través de su empleo como materia prima en un proceso en una planta de neutralización. Esta planta permitirá la obtención de productos con valor económico que generarán los ingresos económicos necesarios para la sostenibilidad de la idea, como el ácido sulfúrico y la energía eléctrica.

4.3.1. Resumen

El proceso contemplado en el proyecto se inicia con el transporte del mineral proveniente de los desmontes mineros hacia la planta de neutralización, siendo los de mayor interés la Desmontera Excélsior, dentro de la concesión Paragsha-Ocroyoc, y la Relavera de la Laguna Quiulacocha, perteneciente a la empresa Cerro S.A.C. El mineral será cargado de la zona donde esté acumulado mediante cargador frontal o retroexcavadora, y colocado en volquetes de capacidad 15 m³. El peso transportado se estima que sea inferior a las 30 toneladas métricas, desde la zona de origen hasta la zona de almacenamiento en la planta de neutralización. Dicha zona será en un galpón cerrado y dividido en dos sectores: i) donde se almacenará el material a neutralizar y ii) donde se almacenará el material recuperado de valor económico. El primer sector constará de tres (03) subsectores de 600 toneladas métricas para almacenar el material a tratar; mientras que el segundo será un depósito temporal para el material recuperado antes de su envío a puerto.

El galpón de almacenamiento de mineral o material a tratar estará equipado con una banda transportadora, la cual será transportada mediante una tolva con un cargador frontal hacia el horno de neutralización. En este componente, se llevará a cabo la tostación del material, obteniendo un gas cargado con dióxido de azufre (SO₂), cenizas de óxido metálico y material inerte. Este gas caliente será conducido desde el horno de tostación hasta una caldera en la cual cederá el calor; a continuación, el gas pasará por un sistema de recuperación de calor y luego a una zona de limpieza del gas para la completa eliminación de las cenizas metálicas.

El gas limpio será conducido a un mezclador con el fin de inyectar aire en exceso (10 por ciento adicional del necesario) para la generación de gas anhídrido sulfúrico (SO₃); seguidamente, pasará a una torre de secado donde se mezclará con ácido sulfúrico diluido para eliminar el contenido de agua restante. Por su parte, el gas seco se transportará mediante tuberías hasta unos intercambiadores de calor y convertidores con el fin de obtener un gas altamente enriquecido en anhídrido sulfúrico (SO₃). Finalmente, el gas pasará por unas torres de absorción para obtener ácido sulfúrico con una concentración cercana al 100 por ciento. El sistema de recuperación de calor generado por el paso de los gases de tostación en la caldera será utilizado para generar energía eléctrica con una potencia cercana a los 10 MW. Por otro lado, las cenizas generadas en el proceso de tostación serán almacenadas y posteriormente conducidas mediante una banda transportadora a una zona de separación en

medio acuoso. En esta fase, se ejecutará un proceso de flotación o lixiviación con el fin de determinar la forma más óptima de neutralizar o eliminar metales pesados y, por el contrario, obtener los metales con valor económico. Todos los residuos del proceso de flotación serán filtrados, con dos objetivos principales, su comercialización o transporte a su depósito final. En este último caso, los residuos pasarán por un proceso de espesamiento, llevado a cabo en un espesador vertical de alta concentración, el cual permitirá disponer del material final neutralizado y reducir la cantidad de agua del material neutralizado y de aquel con valor económico. Después de este proceso, los residuos recién podrán ser almacenados en stockpiles antes de su disposición final; mientras que el agua resultante será enviada a un tanque o loza de neutralización para su reutilización.

Finalmente, el ácido sulfúrico y los materiales con valor económico serán comercializados como subproductos del proceso, mientras que los metales inertes o neutralizados serán dispuestos en un depósito de material inerte dentro del área de la planta, para su mantenimiento y control permanente. Durante el proceso se espera reducir el volumen del material original, impactando positivamente el ambiente visual de la zona y la calidad de vida de los habitantes de la Comunidad Campesina Quiulacocha y del Asentamiento Humano Champamarca. La Figura 10 resume el proceso de neutralización de los residuos mineros en la planta industrial:

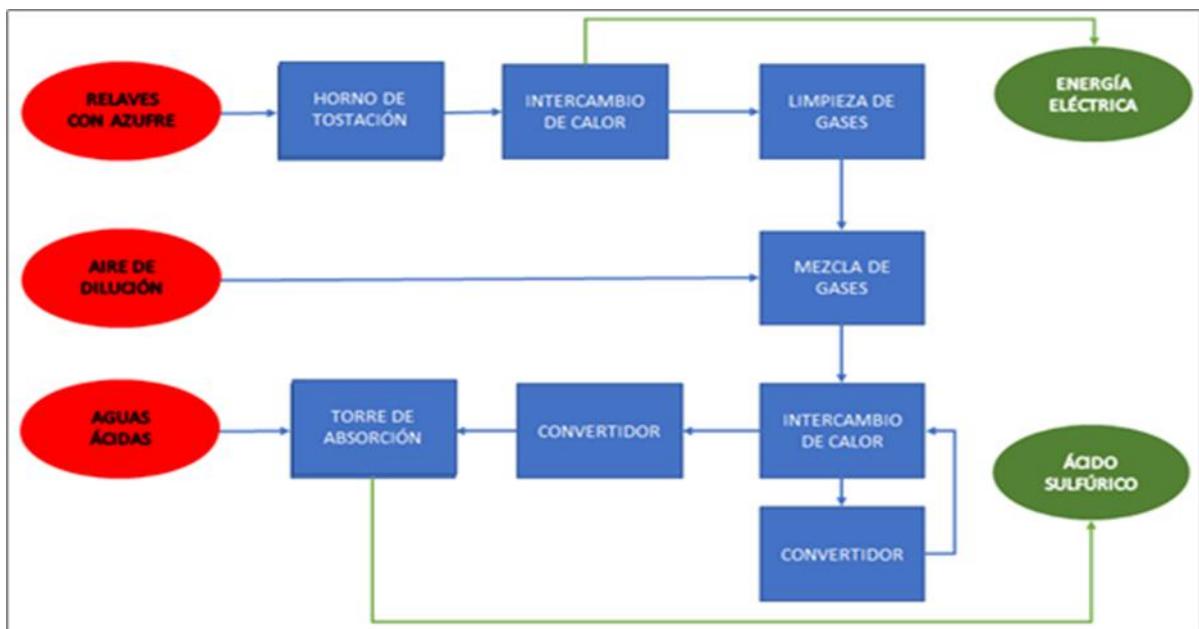


Figura 10: Flujo del proceso.

4.3.2. Descripción del proceso

La presente descripción del proceso innovador fue desarrollada por el socio estratégico de INSIDEO, Ecohuaira S.A.C.; sin embargo, la determinación de la necesidad de análisis y ubicación de la futura planta de neutralización la realizamos en INSIDEO. Tal como fue mencionado en la Sección 5.4, en el Anexo 1 se presentan las autorizaciones de INSIDEO y Ecohuaira S.A.C. para el uso de la información relacionada al mencionado proyecto.

4.3.2.1. Ensayos preliminares

El proyecto tiene como principal supuesto la disposición de material residual minero (desmante) con las características adecuadas para que el proceso tenga una efectividad alta. Es por ello que la primera actividad a realizar fue la recolección y análisis de 30 muestras del desmante de Excélsior (en la zona del AA.HH. Champamarca, en la ciudad de Cerro de Pasco), ejecutado en el mes de mayo del año 2017. En total, se analizaron 41 elementos químicos y el contenido de agua, lo que permitió caracterizar el material proyectado a ser tratado. De todos los elementos encontrados, aquellos que son representativos y significativos para el proyecto (en especial, en el horno de tostación), son los siguientes:

Tabla 2: Composición elemental del desmante

Elemento	Proporción (%)
Azufre	29,186
Hierro	28,760
Cobre	0,025
Plomo	1,024
Zinc	0,603
Arsénico	0,262
Manganeso	0,413
Inertes	39,727
Total	100,000

Nota: CERTIMIN (Mayo, 2017).

El desmante muestreado mostró que los elementos representativos y significantes para el proyecto (en especial, en el horno de tostación), son el azufre (29,19 por ciento), hierro (28,76 por ciento), cobre (0,03 por ciento), plomo (1,02 por ciento), zinc (0,60 por ciento), arsénico (0,26 por ciento), manganeso (0,41 por ciento) e inertes (39,73 por ciento). En particular, el primero (azufre) es especialmente relevante, debido a que el proceso innovador permitirá captar ese metal de los desmontes de mina y relaves para producir ácido sulfúrico.

De esta manera, se satisface el principal supuesto del proyecto, referido a la disposición de material residual minero (desmante) con las características adecuadas para que el proceso tenga una efectividad alta. No obstante, en esta composición elemental, no se ha considerado la cantidad de agua de las muestras que, en promedio es de un 16,98 por ciento; no obstante, este parámetro debe ser considerado por la influencia que tiene en el funcionamiento del horno. Finalmente, a pesar de que los compuestos inertes tienen un porcentaje representativo en las muestras, en su mayoría son silicatos y otros compuestos que no generarían reacciones en el interior del horno.

4.3.2.2. Dimensionamiento de la instalación

Uno de los objetivos del proyecto es la construcción de una planta de producción de ácido sulfúrico que utilice como materia prima los relaves cercanos a la ciudad de Cerro de Pasco con alto contenido en sulfuros. Para ello, fue esencial conocer la composición química de dichos relaves con el fin de confirmar su alto contenido en sulfuros. Si bien los análisis detallados anteriormente permitieron conocer la composición elemental de los relaves en Excélsior, fue necesario también conocer la estructura a nivel de compuestos para efectuar el dimensionamiento de los componentes de la planta. Para ello, se tomó como referencia la memoria anual del año 2016 de Compañía Minera Volcan S.A.A. (Volcan, 2016). En la tabla a continuación se evidencia los compuestos principales del desmante, destacándose a la pirita como el de mayor proporción (52,49 por ciento):

Tabla 3: Principales compuestos del desmante

Compuesto	Base seca (%)
FeS ₂	52,49
PbS	0,57
ZnS	0,47
FeAsS	1,31
Fe ₂ O ₃	12,65
SiO ₂	31,71
FeCuS ₂	0,80
Total	100,00

Nota. Compañía Minera Volcan S.A.A. (Volcan, 2016).

Es importante destacar que el funcionamiento del horno y la generación de ácido se basan en esta composición, mientras que la parte de recuperación de cenizas con valor económico, como último paso del proceso tecnológico. Por estas razones, el dimensionamiento se basa

en la cantidad de ácido sulfúrico a generar, lo que, a su vez, indica la cantidad de material posible a tratar, en base al rendimiento unitario de las operaciones relacionadas y la composición del mismo. Conociendo los compuestos, se plantean las reacciones que van a ocurrir en el horno, tal y como se puede apreciar en la Tabla 4:

Tabla 4: Reacciones en el horno de tostación

Reacciones en el horno	
R1	$2 \text{S}_2\text{CuFe} + 13/2 \text{O}_2 = 2 \text{CuO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4 \text{SO}_2$
R2	$\text{CuO} + \text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{CuSO}_4$
R3	$\text{PbS} + 3/2 \text{O}_2 = \text{PbO} + \text{SO}_2$
R4	$\text{PbO} + \text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{PbSO}_4$
R5	$\text{ZnS} + 3/2 \text{O}_2 = \text{ZnO} + \text{SO}_2$
R6	$\text{ZnO} + \text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{ZnSO}_4$
R7	$2 \text{SFeAs} + 5 \text{O}_2 = \text{As}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{SO}_2$
R8	$\text{As}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{O}_2 = 2 \text{FeAsO}_4$
R9	$7 \text{FeS}_2 + 6 \text{O}_2 = \text{Fe}_7\text{S}_8 + 6 \text{SO}_2$
R10	$\text{Fe}_7\text{S}_8 + 14 \text{O}_2 = 7 \text{FeS} + 7 \text{SO}_2$
R11	$3 \text{FeS} + 5 \text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 3 \text{SO}_2$
R12	$4 \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 = 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$
R13	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 = 2 \text{FeSO}_4$

Como ya se ha mencionado, las instalaciones se dimensionan en función de la producción estimada en un período de tiempo de ácido sulfúrico. En este caso, se producirían 800 toneladas métricas al día de ácido sulfúrico, por lo que, al conocer las reacciones, su efectividad, así como efectividad en los demás procesos descritos, se puede estimar la cantidad de material necesario para la producción horaria y diaria. En la Tabla 5, se aprecia cuánto material se necesita para la producción diaria de ácido sulfúrico:

Tabla 5: Balance de masa

Etapas del proceso	Unidades	Material	Proceso
Entradas	t/h	39,33	39,33
	% S	24,18	33,00
Cenizas	t/h	33,00	21 831,53
	% S	1,09	10,92
SO ₂ Producido	Kg/h	21 831,53	21 820,62
SO ₂ /SO ₃	Kg/h	10,92	99,60
Ácido Débil	Ratio	0,05	21 733,33
SO ₂ Contacto	Kg/h	21 820,62	21,73
Conversión	%	99,60	800,00
H ₂ SO ₄ Producido	Kg/h	21 733,33	
	t/h		
Monohidrato	t/24h		

Tal como se aprecia en la tabla anterior, se necesitan 39,33 t/hora (ó 943,92 t/día) de material, que tenga más de 15 por ciento de humedad, para obtener 21 733,33 kg/hora de ácido sulfúrico, sustancia de valor económico para diversas industrias; sin embargo, para evitar problemas de abastecimiento se proyecta contar con un 30 por ciento de excedente, el cual cubriría algún posible déficit de azufre, sin perjudicar la producción de ácido sulfúrico. En base a las consideraciones presentadas en el párrafo anterior, la planta deberá tener una alimentación diaria de 1 200 toneladas, evitando así el sobredimensionamiento de la instalación y/o de la capacidad de alimentación. Aun así, cualquier corrección con menos material consumido solo alarga la vida útil de la instalación en lo referente al material necesario, su disponibilidad y transporte.

4.3.2.3. Cubicación del depósito de interés

El proyecto requiere saber cuál es la disponibilidad de material de desmonte por un largo periodo de tiempo, cuyo dato permitirá calcular, de forma estimada, la cantidad de material que hay en ellos. Para realizar la medición del depósito de mineral Excélsior, dentro de la concesión Paragsha-Ocroyoc, se realizaron mediciones sobre un mapa digital utilizando las herramientas del programa Google Earth Pro. La cubicación se obtiene de la medición de la parte superior e inferior del depósito, conociéndose las áreas y alturas de las diferentes escombreras. La escombrera tendrá un área máxima en la base y un área mínima en la parte más alta. El área mínima ha sido descompuesta en seis áreas medibles, cuatro rectángulos y dos triángulos:

$$A_1 = 80,5 * 250 = 20\ 125\ m^2$$

$$A_2 = (215 * 580) / 2 = 62\ 350\ m^2$$

$$A_3 = 430 * 580 = 250\ 000\ m^2$$

$$A_4 = 110 * 260 = 28\ 600\ m^2$$

$$A_5 = 150 * 60 = 9\ 000\ m^2$$

$$A_6 = (66 * 107) / 2 = 3\ 530\ m^2$$

El área total será la suma de las áreas más pequeñas: $A_t = 373\ 605\ m^2$

Para el cálculo del área máxima se ha seguido el mismo proceso de descomposición en seis

áreas más pequeñas, cuatro rectángulos y dos triángulos:

$$A_1 = 250 \cdot 300 = 75\,000 \text{ m}^2$$

$$A_2 = (450 \cdot 800) / 2 = 180\,000 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 400 \cdot 800 = 320\,000 \text{ m}^2$$

$$A_4 = (220 \cdot 140) / 2 = 15\,400 \text{ m}^2$$

$$A_5 = 140 \cdot 370 = 51\,800 \text{ m}^2$$

$$A_6 = 100 \cdot 250 = 25\,000 \text{ m}^2$$

El área total será la suma de las áreas más pequeñas: $A_t = 667\,200 \text{ m}^2$

Para calcular el volumen, debe multiplicarse el área por la altura del terreno (z), la cual oscila entre 15 y 20 metros; dicho procedimiento, relacionado con las áreas obtenidas anteriormente, permite obtener un volumen mínimo y otro máximo:

$$Z_1 = 15 \text{ m} \qquad V_{t1} = 373\,605 \text{ m}^2 \cdot 15 \text{ m} = 5\,604\,075 \text{ m}^3$$

$$Z_2 = 20 \text{ m} \qquad V_{t2} = 373\,605 \text{ m}^2 \cdot 20 \text{ m} = 7\,472\,100 \text{ m}^3$$

Para el cálculo del volumen restante, se obtiene la diferencia de las áreas obtenidas anteriormente (la máxima menos la mínima, $667\,200 - 373\,605 \text{ m}^2$), siendo $293\,595 \text{ m}^2$. Sin embargo, debido a que el terreno posee una pendiente inclinada, no se puede obtener el volumen directamente multiplicando la altura con el área obtenida de la diferencia. Para ello, se deberá considerar como triángulo, aplicando las fórmulas de éste:

$$A_t = 293\,595 / 2 = 146\,797,5 \text{ m}^2$$

Con el cálculo hecho, se obtiene el volumen mínimo y el máximo del área restante:

$$Z_1 = 15 \text{ m} \qquad V_{t1} = 146\,797,5 \text{ m}^2 \cdot 15 \text{ m} = 2\,201\,962,5 \text{ m}^3$$

$$Z_2 = 20 \text{ m} \qquad V_{t2} = 146\,797,5 \text{ m}^2 \cdot 20 \text{ m} = 2\,935\,950 \text{ m}^3$$

De esta manera, obtenemos el volumen total, según los cálculos mínimo y máximo:

$$Z_1 = 15 \text{ m} \quad V_{t1} = 5\,604\,075 + 2\,201\,962,5 = 7\,806\,037,5 \text{ m}^3 \text{ (volumen mínimo)}$$

$$Z_2 = 20 \text{ m} \quad V_{t2} = 7\,472\,100 + 2\,935\,950 = 10\,408\,050 \text{ m}^3 \text{ (volumen máximo)}$$

Finalmente, el volumen medio se calcula así:

$$V_m = (7\,806\,037,5 \text{ m}^3 + 10\,408\,050 \text{ m}^3) / 2 = 9\,107\,043,75 \text{ m}^3$$

Con una densidad media de $3,7 \text{ t/m}^3$, se tiene que la desmontera Excélsior contiene 33 696 061,9 toneladas de mineral, el cual, en base al consumo diario de 1 227,1 t/día, considerando el 30 por ciento de excedente mencionado anteriormente (Sección 4.3.2.3), y funcionando 330 días al año, sería procesado, en su totalidad, en 85 años.

4.3.2.4. Procesos dentro de la instalación

4.3.2.4.1. Carga y transporte de material

La carga del material a tratar se realizará directamente en la zona donde esté depositado, iniciando el transporte desde la zona más cercana a la planta hasta la zona la mayor cantidad de material, reduciendo los costos asociados. Este proceso se realizará durante diez (10) horas al día aproximadamente, considerando un total de 20 viajes, con lo que la planta recibiría 600 toneladas/día, las cuales ingresarán al horno en sus dos (02) jornadas de trabajo diario.

Los controles estimados en este proceso se aplicarán sobre los operadores de equipos, siendo vital el uso correcto de equipos de protección personal (EPP) para evitar cualquier tipo de incidentes o accidentes. Los equipos a ser utilizados se mencionan en la Tabla 6:

Tabla 6: Equipos para carga y transporte de material

Equipo	Cantidad
Cargador frontal	1
Volquetes	2
Retroexcavadora	1

4.3.2.4.2. Almacenamiento de material

Para el almacenamiento de mineral, se dispondrá de un galpón con capacidad suficiente para alojar el material necesario para abastecer la planta durante tres (03) días de trabajo. El galpón tendrá un área aproximada de 5 m², y contará con una banda transportadora, ventiladores, filtros de aire, control de polvo y un cargador frontal que alimentará constantemente dicho componente. Asimismo, contará con cámaras independientes para almacenar el material en condiciones de humedad adecuadas para ingresar al proceso de tostación. Es importante destacar que el galpón tendrá un ambiente de pesado de volquetes al ingreso y a la salida con el material, con el fin de conocer con certeza el material a tratar y el material que será comercializado. Finalmente, dispondrá de un ambiente de almacenamiento de material resultante del proceso de flotación, el cual acumulará hasta su envío a Lima para su comercialización.

Los controles aplicados a este proceso se realizarán al ingreso del galpón y en el interior del mismo, con el fin de evitar la emisión de polvo y generación de humedad.

Tabla 7: Equipos principales en la etapa de almacenamiento

Equipo	Cantidad	Observación
Banda transportadora	1	
Tolva de alimentación	1	Capacidad de 25 tn/h
Sistema de alimentación de aire	1	
Sistema de filtros y presión negativa	1	
Compuertas de entrada y salida	1	
Cargador frontal	1	

4.3.2.4.3. Tostación

El material proveniente del almacén o galpón central abastecerá el horno de tostación a través de una banda transportadora y dos (02) bandejas de alimentación. Una vez en el horno, denominado “de lecho fluidizado”, el material se calentará hasta alcanzar los 610 °C (+/- 10 °C) aproximadamente 5 minutos. En función del contenido de azufre presente, se espera un consumo de entre 18 y 25 toneladas por hora de material contaminado.

Los productos de este proceso serán el gas con alto contenido en dióxido de azufre (SO₂) (más de un 15 por ciento en dióxido de azufre y pequeñas trazas de trióxido de azufre) y

cenizas oxidadas. Este gas se desplazará por diferencia de presión desde el lecho fluidizado del horno a la parte alta del horno y desde ahí alimentará el sistema de caldera o recuperación de calor; mientras que el 15 por ciento de las cenizas saldrán por la parte inferior del horno y serán transportadas a la zona de neutralización final. El resto de las cenizas serán arrastradas a la zona de recuperación de calor y limpieza de gases.

Los mecanismos de control en este proceso se ejecutarán sobre los parámetros de funcionamiento de los equipos; en especial, de la banda transportadora, la bandeja de alimentación y el horno de tostación (temperatura, gases y balance de masa).

Tabla 8: Equipos principales en la etapa de tostación

Equipo	Cantidad	Observación
Banda transportadora	1	
Tolva de alimentación	1	Capacidad de 25 tn/h
Horno de lecho fluidizado	1	Capacidad de 25 tn/h
Sistema de alimentación de aire	1	
Sistema de calentamiento del horno	1	
Sistema de extracción de cenizas	1	
Sistema de control de temperatura	1	

4.3.2.4.4. Recuperación de calor

Este proceso será alimentado directamente desde la salida del horno por la parte alta, donde la temperatura bordea los 660 °C (+/- 10 °C), pasando por unos cilindros verticales rellenos con agua (serpentes) para evaporar el agua en cuatro (04) etapas y dos (02) de recalentamiento del vapor. De esta forma, se conseguirá un intercambio en el cual el gas del horno cede su calor al agua o vapor en los cilindros, evitando que la temperatura baje los 300 °C, pudiendo hacer precipitar el ácido sulfúrico dentro de la caldera.

La zona de los evaporadores contará con 14 cilindros de circulación de agua, los cuales estarán interconectados con el fin de calentar y evaporar el agua, y además de enfriar el gas. En este proceso, toda el agua circula sobre el mismo calderín, entrando a diferente altura en función de la temperatura de salida.

En el caso de los recalentadores de vapor, si bien su configuración y cantidad de cilindros es similar a la de los evaporadores, éstos estarán llenos de vapor de agua, el cual se recalentará para que, a su salida, alimente una turbina. Este proceso permitiría recuperar el calor en forma de energía eléctrica y disponer de ella para autoabastecer a la planta de neutralización.

La disposición de estos seis (06) sistemas de intercambio de calor será la siguiente: el cuarto evaporador, el segundo recalentador, el primer recalentador, el tercer evaporador, el segundo evaporador y finalmente el primer evaporador. El cuarto evaporador se ubicará más cerca a la salida de los gases del horno, con lo cual se espera asegurar la total evaporación del agua que entre al sistema. En esta parte del proceso, los gases podrían ensuciar los cilindros con las cenizas que arrastran, siendo necesario un sistema de golpe seco que periódicamente las haga caer, evitando así que obstruyan el paso del gas o sobrecarguen el peso de los serpentines. Finalmente, las cenizas saldrán por la parte inferior a la caldera, juntándose con las cenizas del horno para su transporte a la zona de neutralización por flotación. En esta fase del proceso se espera que se recuperen entre el 80 y 85% de las cenizas generadas en el proceso.

Los mecanismos de control se aplicarán a los termómetros de temperatura ubicados en la entrada y en la salida de cada una de las series de cilindros, en los manómetros presión para el vapor en los recalentadores y en el medidor del nivel de agua en la caldera.

Tabla 9: Equipos principales en la etapa de recuperación de calor

Equipo	Cantidad	Observación
Evaporadores	4	
Recalentadores	2	Diferente configuración física
Sistema de ajuste	1	Evita la acumulación de cenizas

4.3.2.4.5. Limpieza de gases

El proceso de limpieza de gases será ejecutado por tres (03) equipos de trabajo continuo, de los cuales el primero es un ciclón, el segundo es en electrofiltro seco y el tercero es un electrofiltro húmedo. En este sentido, el ciclón funcionará junto con un ventilador aspirante que genera una presión negativa y, a su vez, aumenta la velocidad del gas, haciendo girar las partículas y separándolas en función al tamaño de corte seleccionado.

Por su parte, el electrofiltro seco es un equipo de mayor volumen que hace circular el gas por unos filtros de carga neutra (los cuales están conectados a tierra para la descarga eléctrica de las partículas del gas) y posteriormente a través de unas capas proceso es adherir las partículas a la capa positiva (lámina de metal) para su decantación al fondo del equipo y posterior retiro del mismo.

Finalmente, el electrofiltro húmedo es un equipo que realiza la misma función que el electrofiltro seco; sin embargo, lo realiza en un ambiente húmedo donde el gas recorre cilindros verticales cuyas paredes están cargadas positivamente y donde en el centro hay un tubo de metal cargado negativamente. En este ambiente de humedad el equipo es capaz de limpiar las partículas más finas que son arrastradas por el gas, con una eficiencia del 99,99%, favoreciendo la neutralización de los gases generados y evitando la contaminación atmosférica. El material liberado en forma de cenizas sería menor a 5 por ciento, el cual se incorporará al proceso de neutralización por flotación.

Los mecanismos de control en esta etapa del proceso se aplicarán principalmente en el ventilador aspirante, para garantizar el movimiento del gas y evitar un estancamiento; en los transformadores de los electrofiltros y en el sistema de agua que alimenta el electrofiltro húmedo, el cual contempla la recirculación permanente de agua.

Tabla 10: Equipos principales en la etapa de limpieza de gases

Equipo	Cantidad
Ciclón	1
Ventilador aspirante	1
Electrofiltro seco	1
Electrofiltro húmedo	1
Ventilador	1

4.3.2.5. Generación de ácido sulfúrico

Este proceso consta de varias etapas que permitirán la conversión del gas de dióxido de azufre (SO₂) a trióxido de azufre (SO₃), con una eficiencia del 99,6 por ciento, una absorción completa del trióxido de azufre y una transformación del gas en ácido sulfúrico. En este sentido, el proceso contempla las siguientes etapas:

- Adición de aire
- Eliminación de la humedad en el gas
- Intercambio de calor entre los gases
- Conversión del gas
- Absorción del gas
- Liberación del gas residual

La primera parte del proceso de generación de ácido sulfúrico comienza con la adición de aire para convertir el gas cargado con dióxido de azufre (SO_2) a trióxido de azufre (SO_3), siendo el exceso de aire de aproximadamente 10% sobre el estequiométrico. Esta adición de gas permitirá el aprovechamiento de aire al ingreso para mover el gas desde el electrofiltro húmedo hasta la torre de secado.

Dentro de la torre de secado, el gas experimentará varios lavados de ácido sulfúrico diluido con la finalidad de que este último absorba la humedad del primero. En seguida, entrará a la zona de intercambio de calor donde aumentará su temperatura, y pasará al convertidor donde se transformará de dióxido de azufre (SO_2) a trióxido de azufre (SO_3). Este proceso generará un aumento de la temperatura, con lo cual se calentará el gas de entrada en los intercambiadores de calor, repitiéndose varias veces. En el penúltimo intercambio, el ácido pasará, antes de regresar al convertidor, por una torre de absorción, en donde absorberá el trióxido de azufre (SO_3) enriqueciéndose por primera vez. Al salir, el ácido cederá su calor y regresará al convertidor por última vez; luego, irá a la torre de absorción donde se enriquecerá hasta llegar a un 98,8 por ciento, separándose del gas limpio (en su mayoría N_2), el cual será liberado a la atmósfera.

La configuración de la torre de conversión permitirá que la reacción que requiera mayores temperaturas se sitúe en la parte inferior de la misma, con el fin de que la temperatura fluya de forma vertical ascendente manteniéndose constante en las zonas que liberan menos energía. Los mecanismos de control en esta parte del proceso serán aplicados antes de la liberación de los gases al medio ambiente, en los intercambiadores de calor para mantener la temperatura, en el ingreso de aire al ventilador y en el convertidor para mantener la pureza del pentaóxido de vanadio.

Tabla 11: Equipos principales en la etapa de generación de ácido sulfúrico

Equipo	Cantidad	Observación
Ventilador soplante	1	
Entrada de aire	1	
Intercambiadores de calor	5	
Torre de absorción	3	Dos (02) para ácido, una para agua
Bypass	3	
Mixer	4	Una para la entrada de aire
Depósito de ácido sulfúrico	4	
Chimenea de salida de gases	1	
Torre de conversión	1	En diferentes concentraciones
Detector de concentración de SO ₂	1	En la chimenea de salida de gases

4.3.2.5.1. Generación de energía eléctrica

En esta parte del proceso, el vapor generado por el intercambio de calor permitiría la generación de energía eléctrica. Dicho vapor, al llegar recalentado a una temperatura superior a los 410 °C (+/- 10°C) y con una presión superior a los 40 bares, recorrerá los álabes de una turbina, haciéndola girar sin condensar el agua. Este giro de la turbina generará la energía eléctrica, la cual pasará por un transformador para adecuar el voltaje y así, ser aprovechado en la planta de neutralización.

El gas que sale de la turbina deberá limpiarse para su reintroducción en el sistema de intercambio de calor, para ello se condensará, desgasificará y reintroducirá en la caldera, iniciando un nuevo ciclo. Con el fin de mantener un balance de masa cercano a cero y una masa circulante constante, se agregará un flujo constante de agua durante su reintroducción en la caldera. Las medidas de control en este proceso se aplicarán a los parámetros de funcionamiento, principalmente a los manómetros y termómetros, sensores de apertura o cierre de válvulas, entre otros.

Tabla 12: Equipos principales en la etapa de generación de energía eléctrica

Equipo	Cantidad	Observación
Calderín	1	
Turbina	1	Potencia 10 MW
Condensador	1	
Desgasificador	1	
Bombas de agua	2	

4.3.2.5.2. Flotación de óxidos

El sistema de flotación de óxidos de la planta tiene como principal finalidad la eliminación de los metales contaminantes que no se pueden llevar a la zona de disposición final del material, y la extracción de los metales de valor económico para su comercialización. Este proceso utilizará una flotación diferencial con el fin de reducir el volumen de residuos a depositar, los cuales serán recogidos mediante una banda transportadora y llevados a un tanque de preparación. En este componente, las cenizas se mezclarán con reactivos antes de pasar al primer tanque de flotación, en el cual se separarán los metales de valor económico de los metales contaminantes, dejando como residuos materiales inertes.

Tabla 13: Equipos principales en la etapa de flotación

Equipo	Cantidad
Tanque de flotación	6
Bombas de agua	12
Tanque acondicionador	1
Aireador	6

4.3.2.5.3. Espesado de material

En esta etapa del proceso, dos (02) circuitos idénticos, que trabajan en paralelo, permitirán el espesado del material inerte resultante del proceso anterior. En particular, el primero tratará el material que se dispondrá en el depósito final, mientras el segundo tratará el material de valor económico.

Cada circuito consta de un espesador vertical, en el cual se prepararán los residuos inertes agregándoles un floculante nocivo; posteriormente, pasarán a un tanque de floculado para conseguir una mezcla homogénea, y finalmente entrarán al espesador vertical inclinado, en el cual se obtendrá una pasta de alta densidad y bajo contenido de agua.

La pasta obtenida saldrá por el underflow (parte inferior del equipo), se filtrará y depositará en stockpiles; mientras que, al mismo tiempo, se acondicionará el terreno para su disposición final. Este residuo inerte podrá ser usado para reforestar los terrenos de donde se obtuvo el material inicial u otras áreas. Por su parte, el líquido que saldrá por el overflow (parte superior del equipo) pasará a un tanque de estabilización química donde el agua recibirá un

tratamiento para su neutralización, reutilización o descarga al medio ambiente, según los requerimientos del proceso.

Los mecanismos de control serán aplicados en la pasta y agua neutralizada, así como sobre el tanque de espesamiento.

Tabla 14: Equipos principales en la etapa de espesado de material

Equipo	Cantidad
Espeador vertical	2
Filtros de prensado	2
Bombas de agua	4
Bombas de lodos	2

4.3.2.5.4. Disposición final de residuos

La disposición final del material neutralizado se realizará en dos (02) fases simultáneas; en la primera fase, el material se comenzará a acumular en stockpiles dentro de la planta, mientras que, en la segunda fase, se acondicionará la zona de origen del material tratado con el fin de que sea el depósito final. De esta manera, no solo se reducirá el volumen del depósito original, sino que se rehabilitará con material inerte, el cual puede ser usado para reforestar dicha área y así reducir el impacto visual de los depósitos. Este proceso se llevará a cabo cada 11 000 toneladas de material neutralizado, estimándose que sea una vez al mes.

Los controles a implementar en esta etapa del proceso serán netamente ambientales y biológicos, priorizando los monitoreos de calidad de agua, aire, ruido, suelos, flora y fauna.

Tabla 15: Equipos principales en la etapa de disposición final de residuos

Equipo	Cantidad
Cargador frontal	1
Volquetes	2

4.3.2.5.5. Reforestación y depósito final

Después del acondicionamiento de la zona de origen del material neutralizado, éste será trasladado a dicha zona, con el fin de ser usado para su reforestación. La especie de árbol,

pasto o arbusto a ser plantado, será estudiada en conjunto con biólogos especialistas en reforestación de ambientes degradados; sin embargo, casos de éxito han demostrado que el eucalipto sería una de las especies que mejor se adaptaría a este ambiente.

4.4. Estudio de la zona del proyecto

4.4.1. Plan de trabajo

El objetivo del plan de trabajo para el estudio de la zona del proyecto fue recolectar información de los componentes ambientales. Durante el trabajo de campo, se registró la siguiente información por cada estación de monitoreo:

- Descripción del entorno de la estación
- Coordenadas geográficas
- Condiciones meteorológicas
- Registro fotográfico
- Instalación de equipos

En la Figura 11 se presentan las estaciones de monitoreo, las cuales serán descritas en las secciones a continuación:

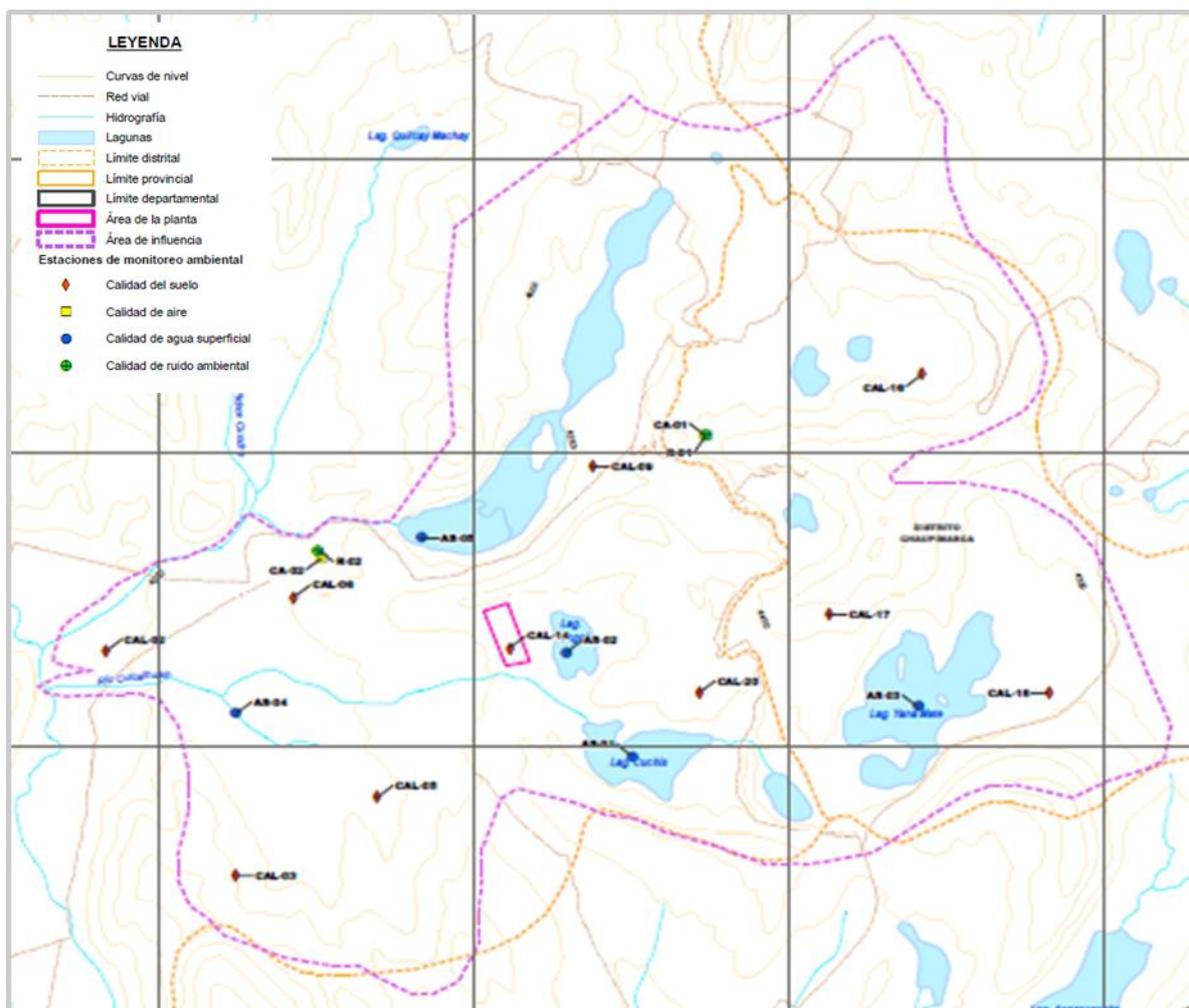


Figura 11: Ubicación de estaciones de monitoreo.

4.4.1.1. Componentes ambientales

4.4.1.1.1. Agua superficial

El monitoreo de calidad del agua superficial se realizó en setiembre del año 2017, siguiendo lo establecido en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” aprobado mediante la R.J. N° 010-2016-ANA. Se monitorearon los siguientes parámetros:

- Parámetros de campo: potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), temperatura (T) y oxígeno disuelto (OD).
- Parámetros inorgánicos: cianuro WAD.
- Parámetros físico-químicos: bromuro, cloruros, fluoruros, fosfatos, nitrato, nitrito, sulfatos, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT).
- Metales disueltos.

Las estaciones monitoreadas se detallan a continuación, así como en las Fotografías 1 a 10 del Panel Fotográfico (Anexo 3) y en la Figura 11.

Tabla 16: Estación de monitoreo de calidad de agua superficial

Punto	Ubicación	Coordenadas UTM	
		WGS84 - Zona 18S	
		Este (m)	Norte (m)
AS01	Laguna Cuchis	361 259	8 814 914
AS02	Laguna Jogoj	360 729	8 815 798
AS03	Laguna Yanamate	363 532	8 815 334
AS04	Aguas arriba del río Culcahuain	358 104	8 815 276
AS05	Laguna Quiulacocha	359 578	8 816 781

Para asegurar la calidad de las muestras y previamente a la visita a campo, se realizó la limpieza de todo el equipo. Una vez limpio, el equipo se colocó en bolsas de plástico para evitar su contaminación por agentes externos como material particulado o suelos/sedimentos, los cuales podrían afectar los resultados. En el monitoreo se utilizó un equipo multiparámetro para hacer las mediciones de los parámetros in situ (pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura), tanto de agua superficial como subterránea. En la Tabla 17 se presenta el detalle del equipo utilizado en el monitoreo.

Tabla 17: Especificaciones técnicas del equipo multiparámetro portátil

Equipo	Marca	Modelo	Parámetros	Unidades	Método
Multi parámetro	WTW	Multi 3430	pH		SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 4500-H+ B, 2012; 22nd Ed. pH Value: Electromedic Method
			Conductividad eléctrica	μS/cm	SMEWW - APHA - AWWA - WEF Part 2510 B, 2012; 22nd Ed. Conductivity, Laboratory Method
			Origen disuelto	Mg/L	ASTM D 888-12 E1, 2013 Standard test Methods for Dissolved Oxygen in Water Test Method C Instrumental Probe Procedure Luminescence Based Sensor.
			Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 2550 B, 2012; 22nd Ed. Temperature: Laboratory and Field Method

Dependiendo del parámetro a analizarse, se empleó un tipo de envase adecuado, así como un preservante de ser necesario. Las muestras de agua destinadas para análisis de laboratorio, se colectaron en recipientes de polietileno de 100 mL y 500 mL de boca angosta. Se utilizaron botellas selladas y nuevas. En la Tabla 18 se resume la preparación de materiales para la toma de muestras del monitoreo según la metodología de ensayo usada por CERTIMIN.

Tabla 18: Metodología de muestreo

Parámetro	Tipo de envase	Volumen mínimo de muestra	Condiciones de muestreo	Conservación y/o preservación	Tiempo máximo de almacenamiento
Sólidos (ST, STS, STD)	Plástico	1000 mL	--	Enfriar y mantener a $\leq 4^{\circ}\text{C}$.	7 días
Metales disueltos y Mercurio disuelto	Plástico	1000 mL	Enjuagar 03 veces. Filtrar en membrana 0,45 μm y luego preservar.	Añadir HNO_3 (1:1) hasta $\text{pH} < 2$. Enfriar y mantener a 4°C .	28 días (Mercurio) 6 meses (Metales)
Aniones (bromuro, cloruros, fluoruros, fosfatos, nitrato, nitrito, sulfatos)	Plástico	250 mL	No preservar	Enfriar y mantener a 4°C .	48 horas
Cianuro WAD	Polietileno Vidrio ámbar con tapas de politetrafluoruro etileno	500 mL	--	Si la muestra presenta pH mayor a 8,3, preservar la muestra con 2g/L de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hasta pH 12-12,5, caso contrario preservar la muestra con NaOH (1M) hasta pH 12-12,5. Refrigerar en oscuridad $\leq 6^{\circ}\text{C}$.	14 días

Nota. Protocolo de monitoreo de calidad del agua (CERTIMIN, Setiembre 2017).

Adicionalmente, al procedimiento mencionado, las etiquetas se prepararon previamente a la salida a campo; en cada estación de monitoreo se verificó que los datos sean correctos y se colocaron posteriormente a la toma de muestras. Las etiquetas deben ser claras para no perder la validez de los datos, por lo que además deben ser impermeables y deben estar

cubiertas con cinta transparente inmediatamente después de colocar la etiqueta, para evitar que la etiqueta se moje o deteriore. Estas etiquetas consideraron la siguiente información:

- Estación de monitoreo
- Número de identificación de la muestra
- Nombre de la persona que tomó la muestra
- Fecha y hora de tomada la muestra
- Lugar de toma de muestra
- Parámetros a analizar
- Preservantes (en caso se utilicen)

4.4.1.1.2. Calidad de suelos

En relación a la evaluación de la calidad del suelo en el área de estudio del proyecto, se diseñó un plan de muestreo en base a los lineamientos de la normativa nacional y entes fiscalizadores, influencia de las condiciones ambientales locales y componentes del proyecto.

El muestreo en el área del proyecto se realizó en el mes de setiembre del año 2017, mientras que la evaluación culminó con el procesamiento y análisis integral de la información generada en los trabajos de campo, lo cual permitió comparar la data de manera espacial con el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Suelo (D.S. N° 002-2013-MINAM). Cabe señalar que recién en diciembre del año en que se efectuaron los monitoreos, se aprobaron nuevos ECAs para Suelos (D.S. N° 011-2017-MINAM), razón por la cual se ha actualizado el análisis de los resultados, en comparación con el informe presentado a Cienciactiva (ver Sección 5.4).

En el componente suelos, se monitorearon metales. En tal sentido, las muestras de suelos se colectaron del horizonte superficial (10 – 30 cm), con un tamaño mínimo de muestra de 200 gr., y se preservarán a menos 6 °C. Los resultados se compararon con los ECA para Suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Las estaciones a monitorear se detallan a continuación, así como en las Fotografías 11 a 30 del Panel Fotográfico (Anexo 3) y en la Figura 11.

Tabla 19: Estación de monitoreo de calidad de suelos

Calicalas	Coordenadas UTM (Datum WGS 84 – Zona 18S)	
	Este (m)	Norte (m)
CAL-02	357 071	8 815 811
CAL-03	358 103	8 813 897
CAL-05	359 227	8 814 561
CAL-06	358 604	8 816 254
CAL-09	360 935	8 817 356
CAL-14	360 282	8 815 840
CAL-16	363 629	8 818 176
CAL-17	362 827	8 816 126
CAL-18	364 606	8 815 431
CAL-20	361 789	8 815 456

Nota. Si algún punto de suelos, es inaccesible, se podrá mover, evitando sobrepasar los 100 m a la redonda.

4.4.1.1.3. Calidad de ruido ambiental

El estudio del área de influencia incluyó un análisis de los resultados de los niveles de ruido obtenidos durante la campaña de monitoreo ejecutada en setiembre del año 2017. Estos comprendieron la determinación del nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqT) para los periodos diurno y nocturno. Las evaluaciones se llevaron a cabo en dos (02) estaciones, las cuales se pueden observar en las Fotografías 31 a 32 del Panel Fotográfico (Anexo 3), así mismo su distribución espacial se observa en la Figura 11.

Los resultados de niveles de ruido fueron evaluados tomando en consideración los ECA para ruido, publicados mediante D.S. N° 085-2003-PCM. En la siguiente tabla se presentan dichos valores guías según las zonas de aplicación.

Tabla 20: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido

Zona de aplicación	Valores expresados en LAeqT [dB(A)]	
	Horario diurno ⁽¹⁾	Horario nocturno ⁽²⁾
Zona de protección especial	50	40
Zona residencial	60	50
Zona comercial	70	60
Zona industrial	80	70

(1): Horario diurno: período comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00 horas

(2): Horario nocturno: período comprendido entre las 22:01 hasta las 07:00 horas del día siguiente

Las zonas de aplicación se asignan sobre la base del uso que se le otorgue a un área dada. De acuerdo con el decreto supremo citado líneas arriba, las definiciones son, textualmente, las siguientes:

- Zona de protección especial: es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos, asilos y orfanatos.
- Zona residencial: área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permitan la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblaciones.
- Zona comercial: área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios
- Zona industrial: área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales

Los parámetros considerados para evaluar los niveles de ruido corresponden a los siguientes:

- Nivel de presión sonora equivalente (LAeqT).
- Nivel de presión sonora mínimo (LAMín).
- Nivel de presión sonora máximo (LAMáx).

Cabe mencionar que estos fueron registrados durante 24 horas continuas y luego fueron analizados de acuerdo con los periodos diurno y nocturno especificados en la normativa nacional. Para realizar el monitoreo de ruido ambiental, se siguieron las siguientes directrices generales:

1. El sonómetro debe alejarse al máximo tanto de la fuente de generación de ruido, como de superficies reflectantes (paredes, suelo, techo, objetos, etc.).
2. El técnico operador deberá alejarse lo máximo posible del equipo de medida para evitar apantallar el mismo. Esto se realizará siempre que las características del equipo no requieran tener al operador cerca. En caso lo requiera, deberá mantener una distancia razonable que le permita tomar la medida, sin apantallar el sonómetro. El uso del trípode será indispensable.
3. Desistir de la medición si hay fenómenos climatológicos adversos que generen ruido: lluvia, granizo, tormentas, etc.

4. Tomar nota de cualquier episodio inesperado que genere ruido.

Para la instalación del sonómetro (Posición y dirección del sonómetro), se siguieron los pasos descritos a continuación:

1. Colocar el sonómetro en el trípode de sujeción a 1,5 m sobre el piso. El técnico operador deberá alejarse lo máximo posible del equipo, considerando las características del mismo, para evitar apantallarlo.
2. Dirigir el micrófono hacia la fuente emisora, y registrar las mediciones. Al término de éste se desplaza al siguiente punto elegido repitiéndose la operación anterior.
3. El uso de pantallas antiviento será necesario en aquellos sonómetros que lo requieran, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
4. No se realizarán mediciones en condiciones meteorológicas extremas que puedan afectar la medición (lluvia, granizo, tormentas, etc.).
5. Antes de iniciar la medición, se verificará que el sonómetro esté en ponderación A y modo Slow. Para el caso de tránsito automotor, se utilizará el modo Fast. Cuando no existan superficies reflectantes que puedan apantallar el ruido, el micrófono se ubicará a 3 metros del lindero donde se ubica la fuente emisora.

Sonómetro 3 metros Fuente Emisora

Cuando se usan sonómetros integradores clase 1 o 2, se deben realizar como mínimo 10 mediciones de un (01) minuto cada una por cada punto de monitoreo, considerando el periodo de monitoreo definido:

- A. Horario diurno: Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.
- B. Horario nocturno: Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

Recordar que para cada medición se deberá anotar el Lmax, el Lmin y el LAeqT asociado a cada tiempo de medición. Finalmente, los puntos monitoreados se describen a continuación:

Tabla 21: Estación de monitoreo de ruido ambiental

Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84 - Zona 18S)		Altitud (m)	Parámetros evaluados
		Norte (M)	Este (M)		
RA-01	Pueblo Joven de Uliachin Sector “C” (Comunidad Urbana Champamarca)	8 817 649,58	361 841,85	4 236	Equivalente (NPS Aeq) Mínimo (NPS Amin) Máximo (NPS Amax)
RA-02	I.E.I. N° 34031 “13 de Agosto” (Comunidad Campesina Quiulacocha)	8 816 603,40	358 786,83	4 248	(NPS Amax)

4.4.1.1.4. Calidad de aire

Para el análisis de la calidad del aire se contó con resultados del monitoreo desarrollado en el mes de setiembre del año 2017, en dos estaciones, las cuales se describen en la Tabla 18 y se pueden observar en las Fotografías 33 a 34 del Panel Fotográfico (Anexo 3), así mismo su distribución espacial se observa en la Figura 11.

El equipo empleado para la medición de partículas en suspensión del monitoreo fue el muestreador de alto volumen (Hi-Vol) para PM_{2,5}. Estos se basan en el principio de separación inercial y gravimétrica aprobado por el D.S. N° 003-2017-MINAM y por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés).

Este equipo cuenta con cabezal fraccionador de partículas de diámetro menor a 2,5 micrómetros y control de flujo másico para asegurar detectar las partículas del tamaño indicado. Este muestreador funciona para una velocidad de flujo de aire entre 1,02 y 1,33 m³/min, a través del cabezal fraccionador de partículas. En este equipo, aquellas partículas de diámetro superior a 2,5 micrómetros impactan en la superficie del cabezal fraccionador y las partículas de menor o igual diámetro que el indicado, pasan por un tubo de venteo hacia el filtro donde son colectadas. Los filtros son de cuarzo. Para la determinación de la concentración de PM_{2,5}, el filtro de cuarzo es retirado después del período de monitoreo establecido y colocado en una placa protectora para después ser conducido al laboratorio

donde será pesado.

Cabe señalar que adicionalmente a estos equipos, se empleó también un manómetro digital marca Dwyer 476A-0-FM, con el cual se registra la presión inicial y final de los equipos de PM₁₀ y PM_{2,5}, información que luego se utiliza para calcular el flujo.

Los puntos monitoreados se describen a continuación:

- CA-01. Esta estación de monitoreo se encuentra ubicada en la Comunidad Urbana Champamarca, específicamente, en el Pueblo Joven de Uliachin Sector “C”. Esta estación se encuentra a sotavento del área del proyecto.
- CA-02. La estación CA-02 se encuentra ubicada en la Comunidad Campesina Quiulacochoa, específicamente, en la Institución Educativa Integrada N° 34031 “13 de Agosto”. Esta estación se encuentra a barlovento del área del proyecto.

Tabla 22: Estaciones de monitoreo de calidad de aire

Estación de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM (WGS 84 - Zona 18S)		Altitud (m)
		Norte (M)	Este (M)	
CA-01	Comunidad Urbana Champamarca	8 817 649,58	361 841,85	4 236
CA-02	Comunidad Campesina Quiulacochoa	8 816 603,40	358 786,83	4 248

En este monitoreo se tomaron muestras para analizar en laboratorio (ex situ). Para el análisis de las muestras se seleccionó a CERTIMIN S.A. (CERTIMIN) el cual se encuentra debidamente acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (Anexo 4).

4.4.1.2. Cronograma de ejecución

En la siguiente tabla se muestra el detalle de los trabajos a realizar en campo, los cuales fueron realizados en setiembre del año 2017:

Tabla 23: Cronograma de ejecución del trabajo de campo

	Día	Toma de muestras	
Semana 1	Martes	Traslados	
	Miércoles	Ruido Nocturno (06 am): RUI-01 Ruido Diurno (12 m): RUI-02 / (7 pm): RUI-01	Suelos: CAL16, CAL09, CAL06, CAL02 Agua: AS05
	Jueves	Ruido Nocturno (6 am): RUI-02	Suelos: CAL03, CAL 05, CAL14 Agua: AS04
	Viernes	--	Suelos: CAL18, CAL 17, CAL20 Agua: AS03, AS01, AS02
	Sábado	Traslados	
Semana 2	Lunes	Traslados	
	Martes	Calidad de aire (primera estación)	
	Miércoles	Calidad de aire (segunda estación)	
	Jueves	Calidad de aire (recojo de los equipos)	
	Viernes	Traslados	

Nota. Los puntos analizados por día podrían variar en función del avance que se tenga en campo.

4.4.2. Resultados de aspectos ambientales

4.4.2.1. Agua superficial

La metodología de muestreo es consistente con el Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, publicado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante R.J. N° 010-2016-ANA, así como con el Protocolo de Monitoreo de calidad de agua publicado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 1993). Asimismo, durante los trabajos de campo se aplicaron adecuadamente los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad, para preservar las muestras de agua sin alteración hasta su análisis en el laboratorio.

Adicionalmente, como parte de los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad en los procesos de muestreo, se tomaron muestras duplicadas y muestras en blanco. Del mismo modo, se elaboraron las cadenas de custodia en campo, a fin de asegurar su adecuado transporte para mantener las muestras en buen estado.

Para determinar los ECA para Agua que son aplicables a los cuerpos de agua superficiales en el área de estudio ambiental se tomó como referencia la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros establecidos por la ANA mediante la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo de 2010 (modificada por la Resolución Jefatural N° 489-2010-ANA). De acuerdo con la R.J. N° 202-2010-ANA, el río Culcahuain está clasificado como Categoría 3, por pertenecer a la cuenca Mantaro. Por su parte, las lagunas en el área de estudio han sido clasificadas como Categoría 4. En tal sentido, los ECA para Agua a emplear en la evaluación de las condiciones basales corresponden a dichas categorías (aprobados por D.S. N° 004-2017-MINAM). A continuación, se presentan dichos estándares:

Tabla 24: Estándares de calidad de agua superficial – Categoría 3

Parámetro	Analito	Unidades	Cat 3-D1 - Riego de vegetales	Cat 3-D2 - Bebida de animales
Parámetros de campo				
pH	pH	--	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Conductividad	CE	μS/cm	2 500	5 000
Temperatura	T	°C	Δ3	Δ3
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	≥ 4	≥ 5
Parámetros inorgánicos				
Aniones				
Sulfatos	SO ₄	mg/L	1 000	1 000
Cloruros	Cl	mg/L	500	--
Fluoruros	F	mg/L	1	--
Nutrientes				
Nitratos como Nitrógeno	N - NO ₃	mg/L	100	100
Nitritos como Nitrógeno	N - NO ₂	mg/L	10	10
Cianuros				
Cianuro Wad	CN-W	mg/L	0,1	0,1
Metales totales				
Aluminio	Al	mg/L	5	5
Arsénico	As	mg/L	0,1	0,2
Bario	Ba	mg/L	0,7	--
Berilio	Be	mg/L	0,1	0,1
Boro	B	mg/L	1	5
Cadmio	Cd	mg/L	0,01	0,05
Cobalto	Co	mg/L	0,05	1
Cobre	Cu	mg/L	0,2	0,5
Cromo	Cr	mg/L	0,1	1
Litio	Li	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	Mg	mg/L	--	250

«continuación»

Manganeso	Mn	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	Hg	mg/L	0,001	0,01
Níquel	Ni	mg/L	0,2	1
Plomo	Pb	mg/L	0,05	0,05
Selenio	Se	mg/L	0,02	0,05
Zinc	Zn	mg/L	2	24
Parámetros microbiológicos				
Coliformes Fecales	Colif Ter	NMP	1 000	1 000
Escherichia coli	E. coli	/100 mL	1 000	--
		NMP		
		/100 mL		
Parámetros orgánicos				
Bifenilos Policlorados	PCB		0,04	0,045
Aceites y grasas	AyG		5	10
Detergentes Aniónicos	SAAM		0,2	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO		15	15
Demanda química de oxígeno	DQO		40	40
Fenoles	fenoles		0,002	0,01

Nota. D.S. N° 004-2017-MINAM – Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

Tabla 25: Estándares de calidad de agua superficial – Categoría 4

Parámetro	Analito	Unidades	Cat 3-E1 – Lagunas y Lagos
Parámetros de campo			
pH	pH	--	6,5 - 9
Conductividad	CE	µS/cm	1 000
Temperatura	T	°C	Δ3
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	≥ 5
Parámetros inorgánicos			
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/L	≥ 25
Parámetros inorgánicos			
Aniones			
Sulfatos	SO ₄	mg/L	--
Cloruros	Cl	mg/L	--
Fluoruros	F	mg/L	--
Nutrientes			
Nitratos como Nitrógeno	N - NO ₃	mg/L	--
Nitritos como Nitrógeno	N - NO ₂	mg/L	--
Cianuros			
Cianuro Libre	CN-	Mg/L	0,0052
Metales totales			
Aluminio	Al	mg/L	--
Antimonio	Sb	mg/L	0,64
Arsénico	As	mg/L	0,15

«continuación»

Bario	Ba	mg/L	0,7
Berilio	Be	mg/L	--
Boro	B	mg/L	--
Cadmio	Cd	mg/L	0,00025
Cobalto	Co	mg/L	0,05
Cobre	Cu	mg/L	0,1
Cromo	Cr	mg/L	0,011
Litio	Li	mg/L	--
Magnesio	Mg	mg/L	--
Manganeso	Mn	mg/L	--
Mercurio	Hg	mg/L	0,0001
Níquel	Ni	mg/L	0,052
Plomo	Pb	mg/L	0,0025
Selenio	Se	mg/L	0,005
Talio	Tl	mg/L	0,0008
Zinc	Zn	mg/L	0,12
Parámetros microbiológicos			
Coliformes Fecales	Colif Ter	NMP /100 mL	1 000
Parámetros orgánicos			
Bifenilos Policlorados	PCB	mg/L	0,000014
Aceites y grasas	AyG	mg/L	5
Clorofila A	Cl A	mg/L	0,008
Demanda bioquímica de oxígeno	DBO	mg/L	5
Fenoles	Fenoles	mg/L	2,56

Nota. D.S. N° 004-2017-MINAM – Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

A continuación, se analizan los resultados de la calidad del agua superficial obtenidos en la campaña realizada en setiembre de 2017. Asimismo, en la Figura 11 se presenta la ubicación de las cinco estaciones de muestreo. Cabe destacar que durante la campaña de monitoreo, la estación AS-04, correspondiente a uno de los afluentes del río Culcahuain, se encontró seca, razón por la cual no se tomaron muestras ni realizaron mediciones in situ.

4.4.2.1.1. Potencial de hidrógeno (pH)

El agua registrada en las estaciones de monitoreo presenta características desde ácidas, con un valor mínimo de 1,80 unidades (AS-03) hasta fuertemente alcalina, con un valor máximo de 9,62 unidades (AS-02). En el caso de las estaciones AS-03 y AS-05, estas se encuentran en una zona con presencia de actividades mineras activas y de pasivos mineros que generan aguas ácidas, lo cual influye y disminuye el pH de las aguas superficiales. Por su parte, la geología local está conformada por mineral calcáreo que incorpora carbonatos al agua y

eleva el pH de la misma al neutralizar ácidos contenidos en ella, y es debido a esto que se presentan valores elevados en las estaciones AS-01 y AS-02, tal como se presenta en la Figura 12.

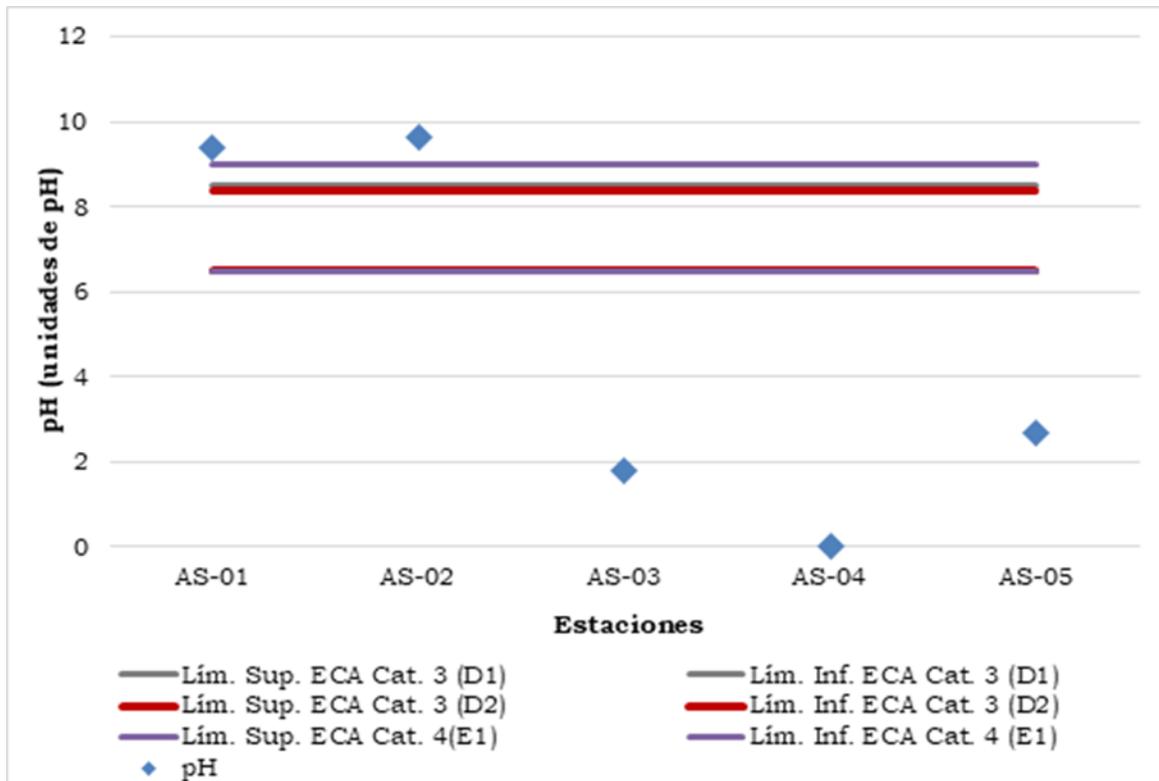


Figura 12: Rangos de variación del potencial de hidrógeno por estación.

En consecuencia, las estaciones AS-01 y AS-02 presentan excedencias sobre el ECA categoría 3-D1, 3-D2 y 4-E1 (8,5, 8,4 y 9 unidades, respectivamente), mientras que las estaciones AS-03 y AS-05 presentan valores por debajo de todos los ECA considerados.

4.4.2.1.2. Oxígeno disuelto (OD)

En las estaciones de muestreo AS-01 y AS-02 se registraron valores de OD relativamente elevados, siendo el mínimo el registrado en la estación AS-01 (6,42 mg/L); cumpliendo así con el ECA de Categoría 3-D1 (≥ 4 mg/L), 3-D2 (≥ 5 mg/L) y 4-D1 (≥ 5 mg/L) en dichas las estaciones. Por otro lado, las estaciones AS-03 y AS-05 registraron valores muy por debajo de todos los ECAs considerados, con un valor mínimo de 0,37 mg/L, medido en la estación AS-05. Los valores elevados de oxígeno disuelto están relacionados a buena oxigenación (flujo turbulento) y favorecen a la capacidad de mantener vida acuática y

descomponer materia orgánica; mientras que los valores bajos están relacionados con mala oxigenación (estancamiento) en los cuerpos de agua. La variación del oxígeno disuelto por cada estación se presenta en la Figura 13.

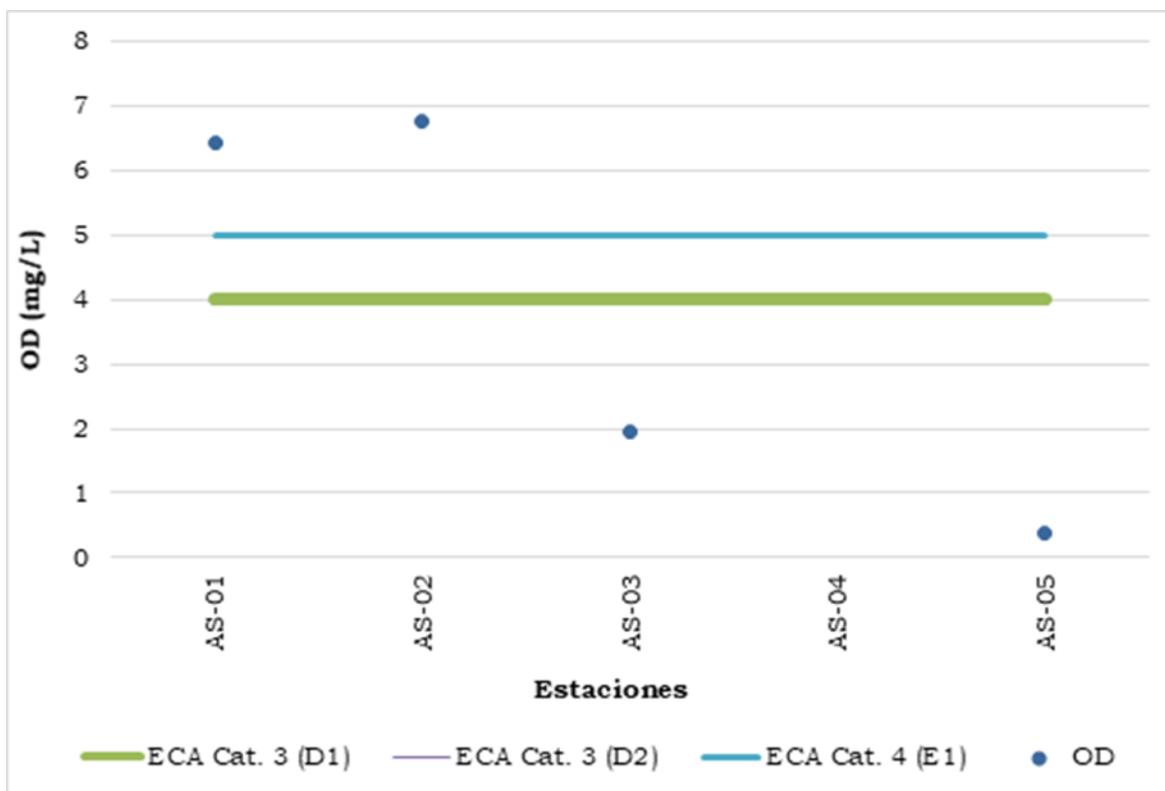


Figura 13: Rangos de variación del oxígeno disuelto por estación.

Es importante precisar que el valor registrado de OD varía dependiendo de la temperatura del agua al momento de tomar la muestra (mientras mayor sea la temperatura, menos oxígeno puede ser contenido en forma disuelta), de la forma de la toma de la muestra y de otros parámetros naturales y antropogénicos.

4.4.2.1.3. Conductividad eléctrica (CE)

En las estaciones de muestreo se registraron valores de CE que oscilaron entre 160,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (baja salinidad – estación AS-01) y 24 397 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (altamente salina – estación AS-05). En consecuencia, solo las mediciones de las estaciones AS-01 y AS-02 se encontraron en cumplimiento con el ECA categoría 3-D1 (<2 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), 3-D2 (<5 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y 4-D1 (<1 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Por su parte, los registros de las estaciones AS-03 y AS-05 excedieron todos los ECAs aplicables en el presente análisis.

Cabe destacar que los valores de este parámetro están relacionados al contenido de sales disueltas y guarda una alta correlación con las concentraciones de sólidos disueltos totales, que se discutirá más adelante. En la Figura 14 se presentan los rangos de variación de la conductividad eléctrica en las estaciones de monitoreo.

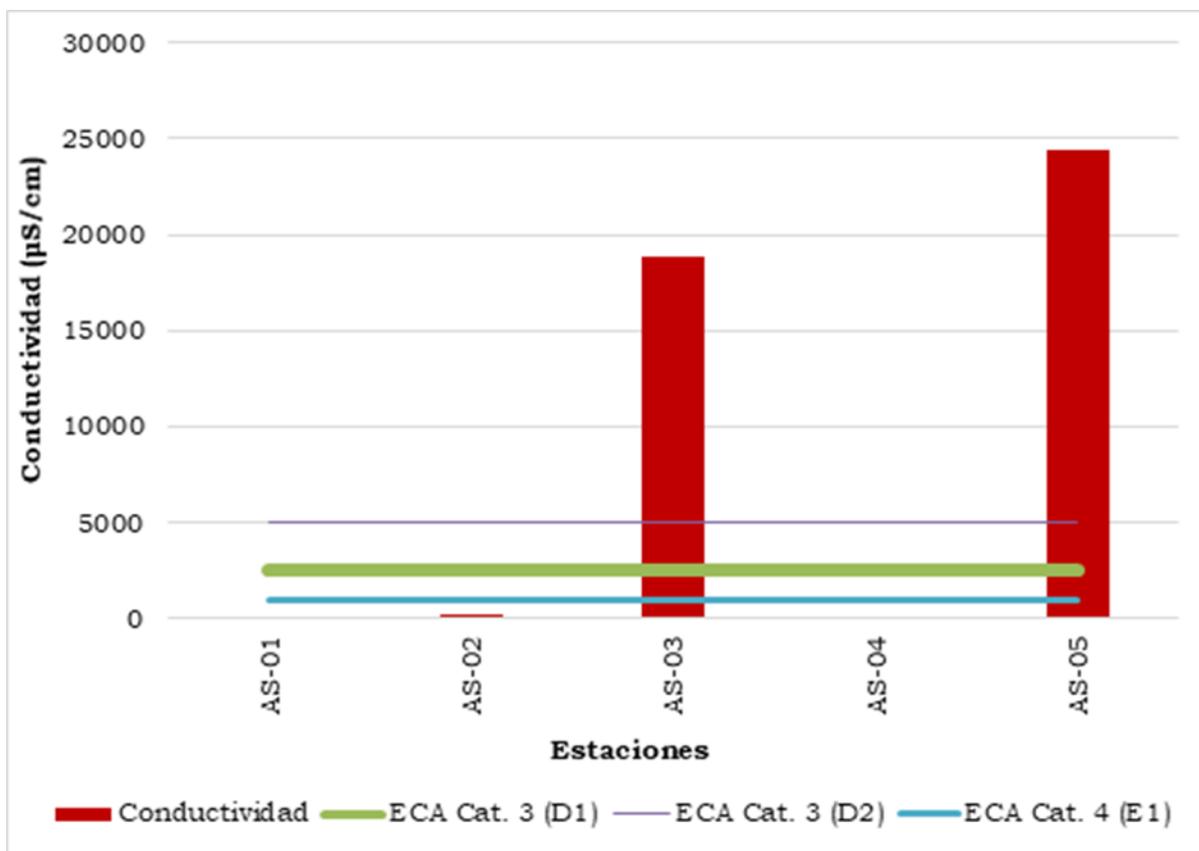


Figura 14: Rangos de variación de la conductividad eléctrica por estación.

4.4.2.1.4. Sólidos disueltos totales (SDT)

Los valores de SDT en las estaciones de monitoreo se encontraron entre 76 mg/L (estación AS-01) y 25 120 mg/L (AS-05). A pesar de que no existe un ECA para la categoría 3 en el D.S. N° 004-2017-MINAM, estos valores se comparan con los del D.S. N° 002-2008-MINAM para la categoría 4 (500 mg/L) de forma referencial. Los resultados de las estaciones varían notablemente entre ellas, en especial, entre las estaciones AS-01 y AS-02 con las estaciones AS-03 y AS-05. Dado que no existen tendencias identificadas para SDT, se concluye que las concentraciones son de origen natural. En la Figura 15 se presenta la variabilidad de las concentraciones de SDT por cada estación de monitoreo.

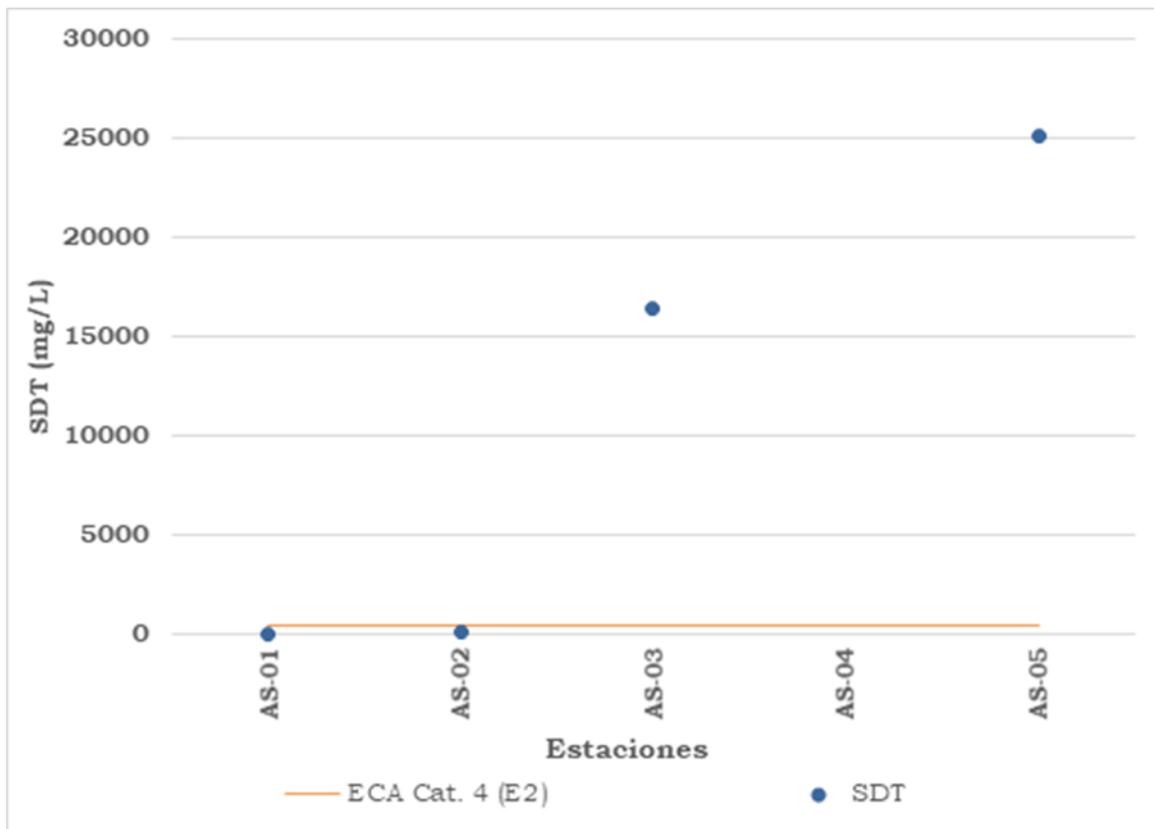


Figura 15: Rango de variación de sólidos disueltos totales por estación.

Cabe precisar que las concentraciones de sólidos disueltos totales están correlacionadas con la conductividad eléctrica, dado que los sólidos que logran solubilizarse son sales que pasan a una forma iónica en el agua, haciéndola así un mejor conductor. En la Figura 16 se verifica la relación de causalidad entre estos parámetros, en donde los sólidos disueltos explican los cambios en la conductividad eléctrica.

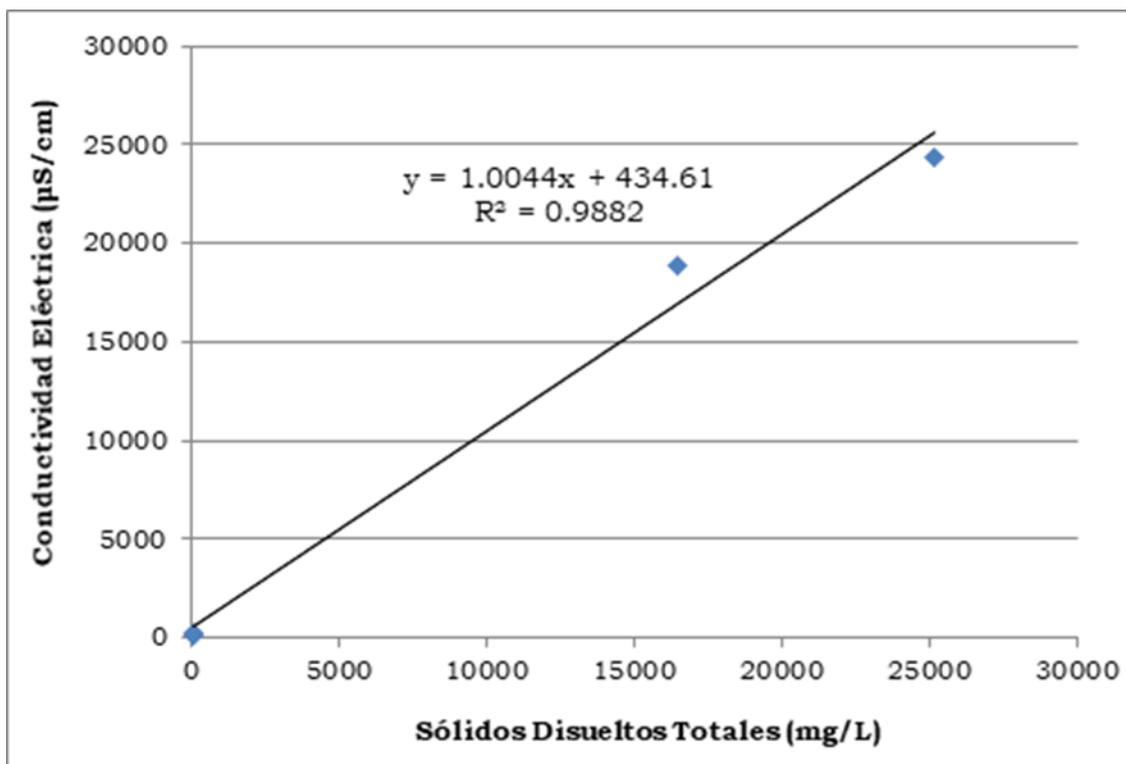


Figura 16: Correlación entre sólidos disueltos totales y conductividad eléctrica.

4.4.2.1.5. Sólidos suspendidos totales (SST)

Con respecto a los sólidos suspendidos totales, los valores registrados se encuentran en cumplimiento con ECA categoría 4-E1 (≥ 25 mg/L), cuya comparación se realiza de forma referencial dado que la categoría 3 no cuenta con un valor de SST (ver Figura 17). Los valores oscilan entre 37 mg/L (estación AS-02) y 96 mg/L (estación AS-01). Estos representan ausencia de actividades erosivas (i.e. arrastre de sedimentos) significativas en los cuerpos de agua.

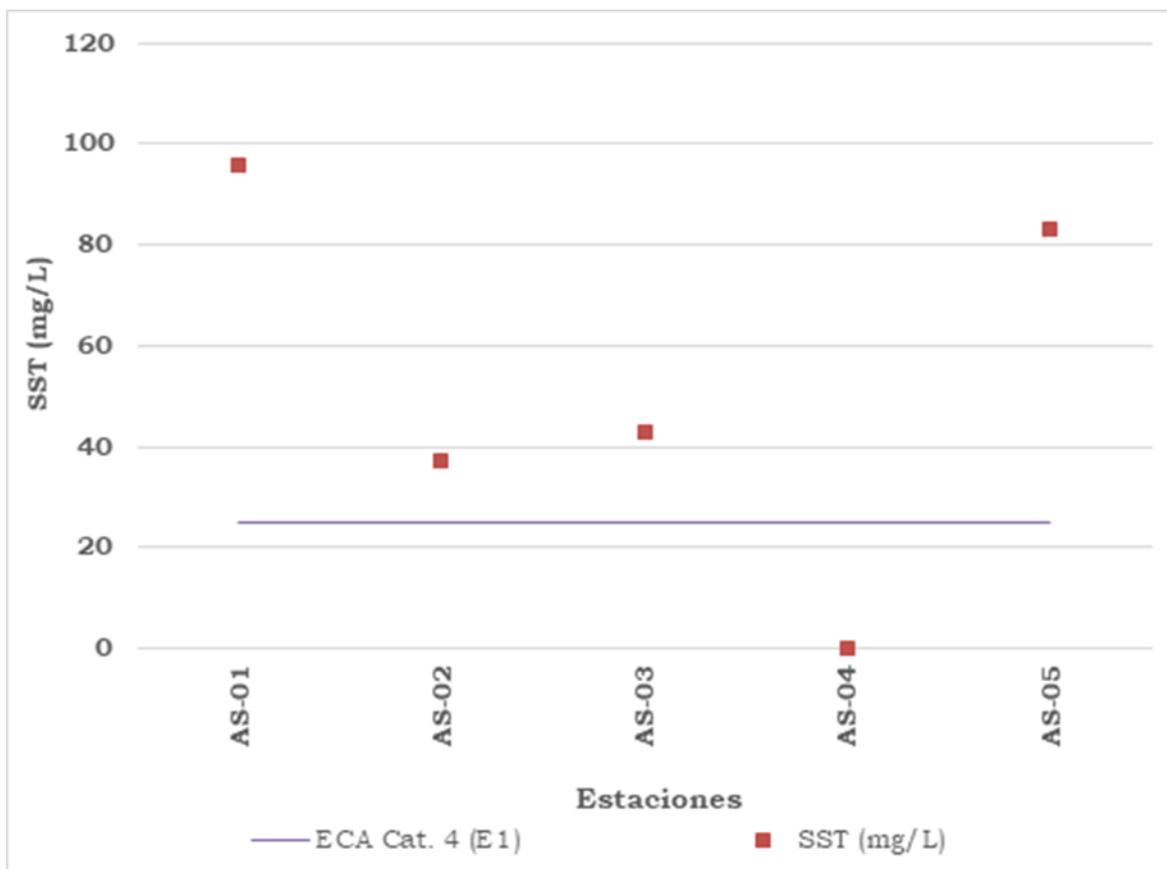


Figura 17: Rango de variación de sólidos suspendidos totales por estación.

4.4.2.1.6. Parámetros inorgánicos

En todas las estaciones de muestreo se registraron valores de aniones (bromuros, sulfatos, cloruros, fluoruros y sulfuros), nutrientes (nitrógeno amoniacal, amonio, nitrógeno total, nitratos y nitritos), cianuros (cianuro WAD), así como fosfatos. En el caso de los bromuros, nitritos como Nitrógeno y nitritos, se registraron valores por debajo del límite de detección del método utilizado para su análisis. Finalmente, las concentraciones de cianuros, que son sustancias altamente tóxicas, estuvieron por debajo del límite de detección.

La totalidad de los valores para los nitratos como Nitrógeno ($N-NO_3$) se encontró por debajo de los ECA para la categoría 3-D1 y 3-D2 (100 mg/L), con valores que oscilaron entre 0,04 mg/L (estación AS-01 y AS-02) y 6,62 mg/L (estación AS-03). Las bajas concentraciones de nutrientes como el nitrógeno reflejan buenas condiciones que evitan la eutrofización y alta demanda bioquímica de oxígeno, garantizando condiciones para riego y bebida de animales.

En el caso de los sulfatos, las estaciones AS-03 y AS-05 se encontraron muy por encima de los ECA para la categoría 3-D1 y 3-D2 (1 000 mg/L), con valores de 16 332,35 mg/L y 34 192,39 mg/L, respectivamente; estos resultados guardarían relación con la geología local de alto contenido de sulfuros y sulfatos (producto de la oxidación de los sulfuros), componentes de la roca pirita (FeS_2).

Finalmente, los cloruros y fluoruros fueron comparados con el ECA para la categoría 3-D1; en el primer caso, todos los resultados se encontraron por debajo del límite de referencia (500 mg/L), mientras que, en el caso de los fluoruros, se encontraron excedencias al ECA de referencia (1 mg/L) en las estaciones AS-03 (9,49 mg/L) y AS-05 (3,51 mg/L). Los demás parámetros inorgánicos no fueron comparados con ningún ECA debido a que estos no existen para la categoría 3 ni 4.

4.4.2.1.7. Metales disueltos

Es importante destacar que, en el caso de los metales, si bien se consideraron los análisis de metales disueltos en el agua, no existen estándares de calidad para estos parámetros. Por esta razón, se los ha comparado, de manera referencial, con el ECA de categorías 3-D1, 3-D2 y 4-D1 para metales totales.

En su mayoría, las concentraciones de metales registradas en las diferentes estaciones se encontraron por debajo de los ECA categoría 3-D1, 3-D2 y 4-D1. Sin embargo, los metales de mayor toxicidad como el arsénico, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc se encontraron en gran parte por encima de los valores establecidos en los ECA categoría 3-D1, 3-D2 y 4-D1 para todas las estaciones de monitoreo, en especial las estaciones AS-03 y AS-05. Estos resultados son coherentes con los valores bajos de pH, sobre todo en las mencionadas estaciones, dado que facilita la disolución de metales y con ello la disponibilidad de ellos en el agua.

En el caso del arsénico, los resultados de todas las estaciones excedieron los ECA categoría 3-D1 (0,1 mg/L), 3-D2 (0,2 mg/L) y 4-D1 (0,15 mg/L), con excepción del resultado de la estación AS-01 (0,19 mg/L) que no superó el ECA categoría 3-D2. Asimismo, el mayor valor se registró en la estación AS-03 (46,25 mg/L), obtenido de la laguna Yanamate;

mientras que el menor valor se registró en la estación AS-01, obtenido de la laguna Cuchis (ver Figura 18).

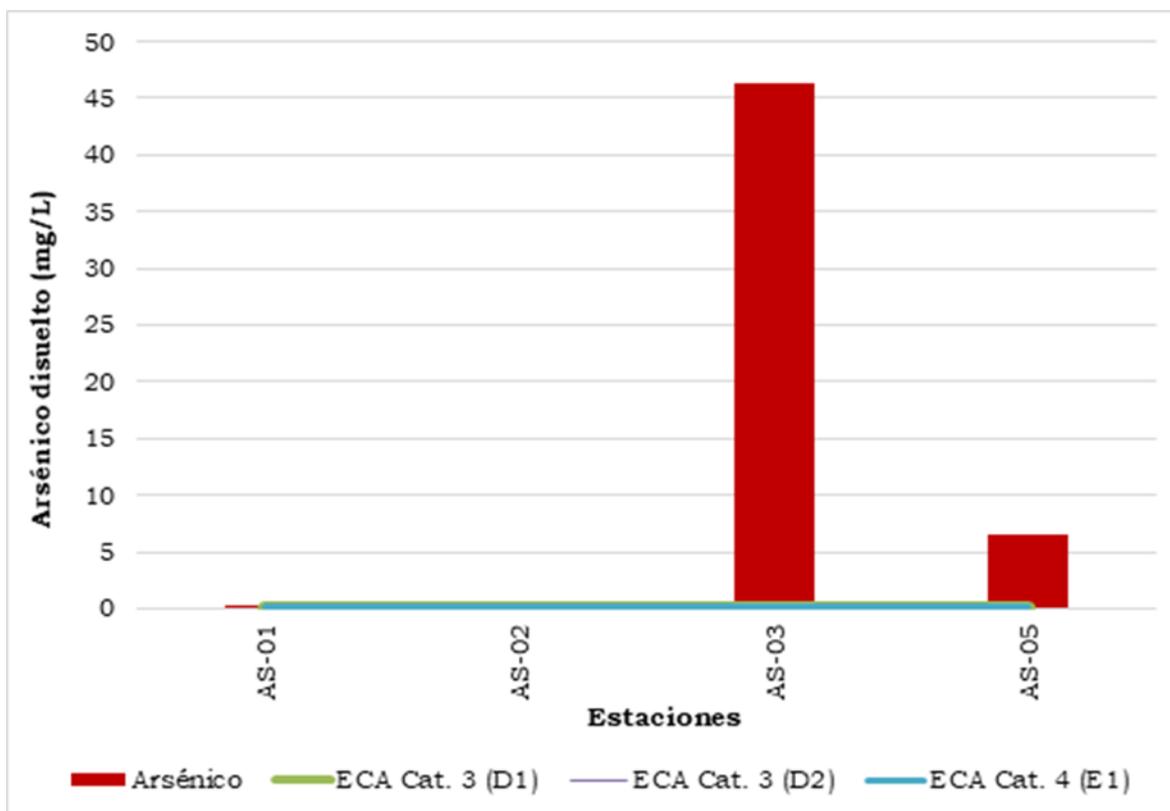


Figura 18: Rango de variación de arsénico por estación.

En el caso del cadmio, los resultados de todas estaciones excedieron los ECA categoría 3-D1 (0,01 mg/L) y 3-D2 (0,05 mg/L); mientras que las estaciones AS-03 y AS-05, además, mostraron excedencias del ECA categoría 4-D1 (0,00025 mg/L). Asimismo, el mayor valor se registró en la estación AS-03 (1,47 mg/L), obtenido de la laguna Yanamate; mientras que el menor valor se registró en la estación AS-01 (0,00596 mg/L), obtenido de la laguna Cuchis (ver Figura 19).

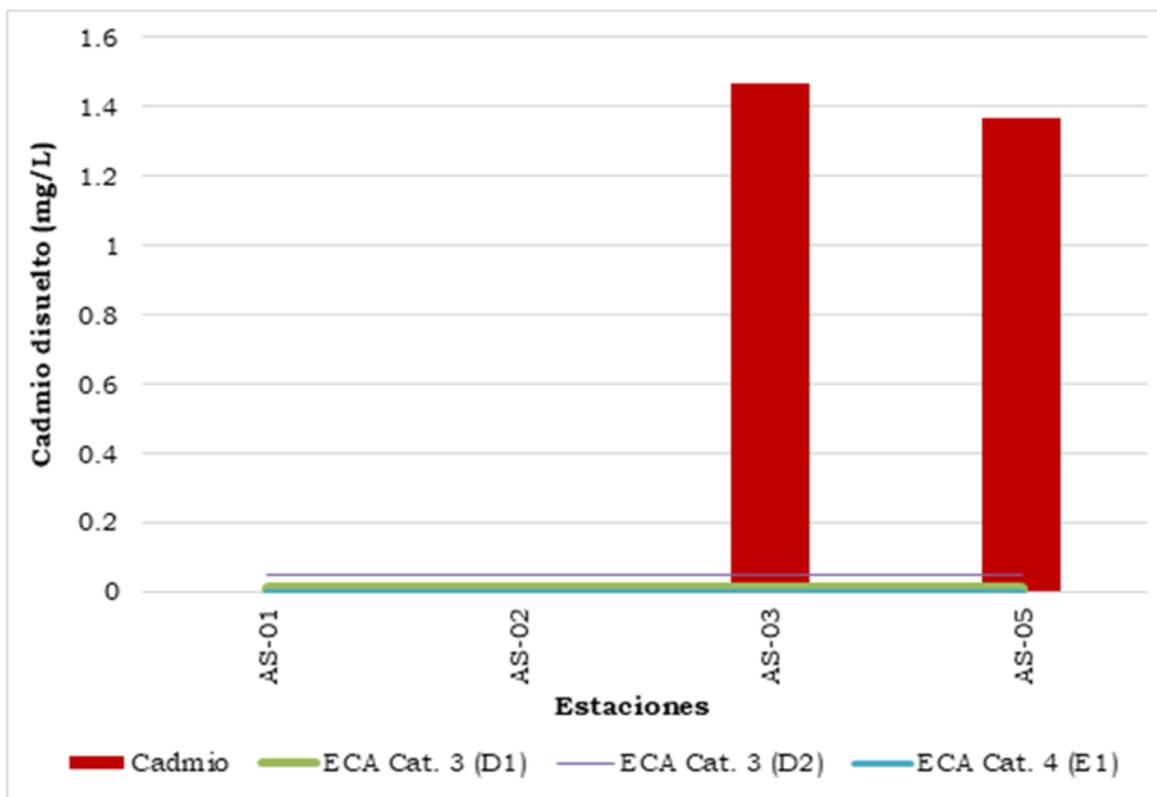


Figura 19: Rango de variación de cadmio por estación.

En el caso del cromo, los resultados de las estaciones AS-03 y AS-05 excedieron los ECA categoría 3-D1 (0,1 mg/L) y 4-D1 (0,011 mg/L); mientras ningún resultado excedió el ECA para categoría 3-D2 (1 mg/L). Asimismo, el mayor valor se registró en la estación AS-03 (0,25 mg/L), obtenido de la laguna Yanamate, el cual superó tanto el ECA categoría 3-D1 como el 4-D1; mientras que el menor valor se registró en la estación AS-01 (0,0012 mg/L), obtenido de la laguna Cuchis (ver Figura 20).

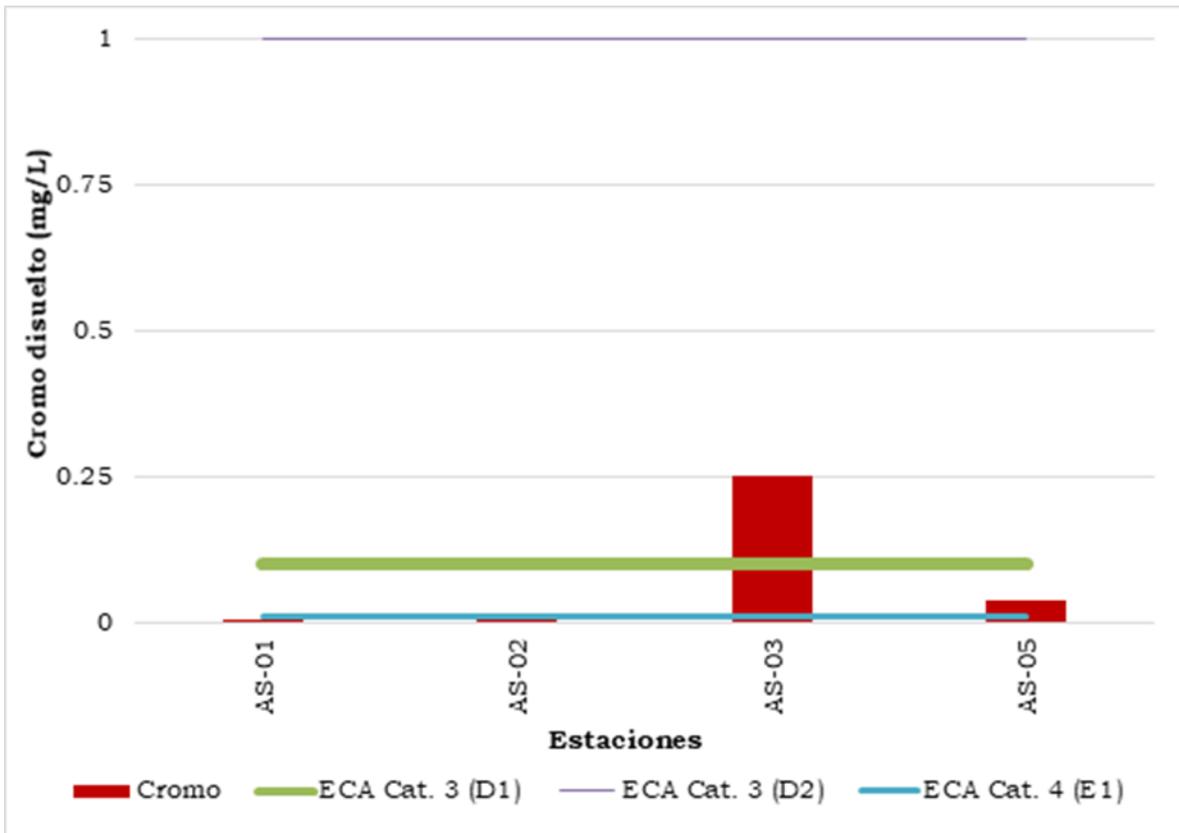


Figura 20: Rango de variación de cromo por estación.

En el caso del cobre, los resultados de todas estaciones excedieron los ECA categoría 3-D1 (0,01 mg/L) y 3-D2 (0,05 mg/L); mientras que las estaciones AS-03 y AS-05, además, mostraron excedencias del ECA categoría 4-D1 (0,00025 mg/L). Asimismo, el mayor valor se registró en la estación AS-03 (1,47 mg/L), obtenido de la laguna Yanamate; mientras que el menor valor se registró en la estación AS-01 (0,00596 mg/L), obtenido de la laguna Cuchis (ver Figura 21).

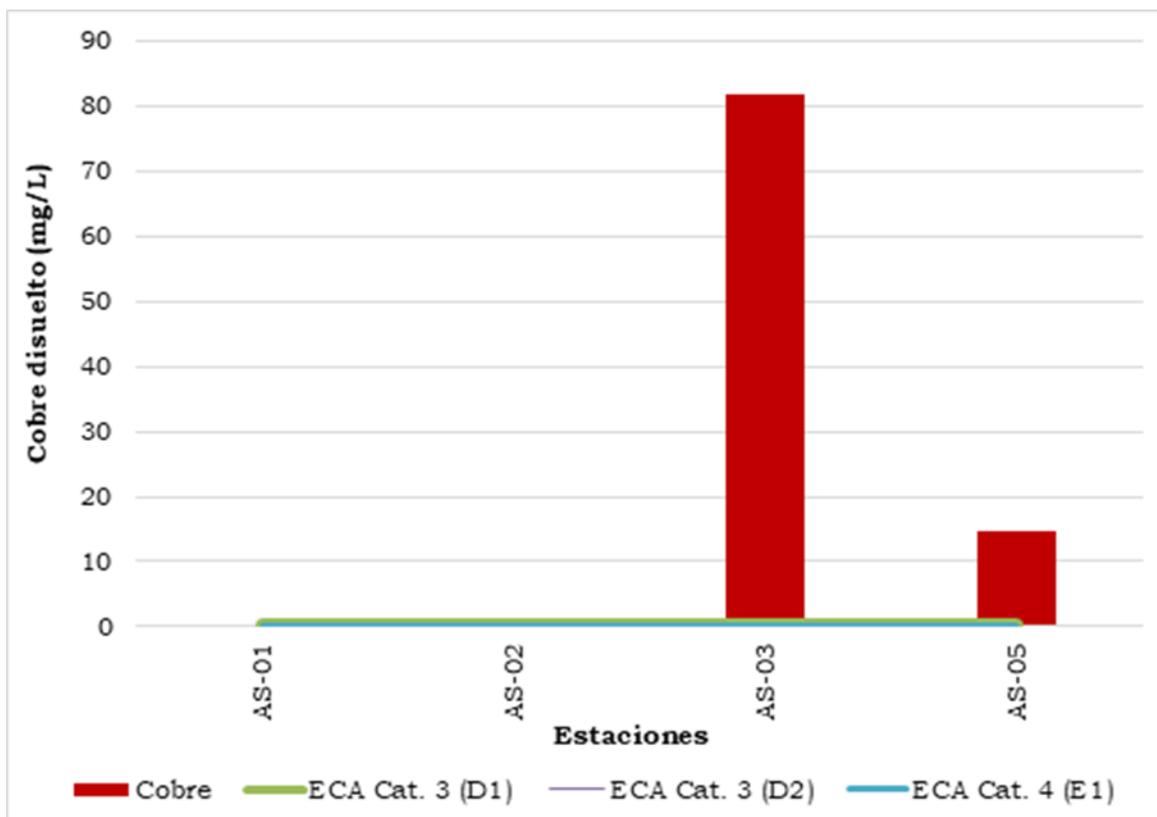


Figura 21: Rango de variación de cobre por estación.

En el caso del mercurio, los resultados de las estaciones AS-01, AS-03 y AS-05 excedieron los ECA categoría 3-D1 (0,001 mg/L) y 4-D1 (0,0001 mg/L); mientras la estación AS-01 excedió, además, el ECA para categoría 3-D2 (0,01 mg/L) con un valor máximo de 0,014 mg/L (ver Figura 22).

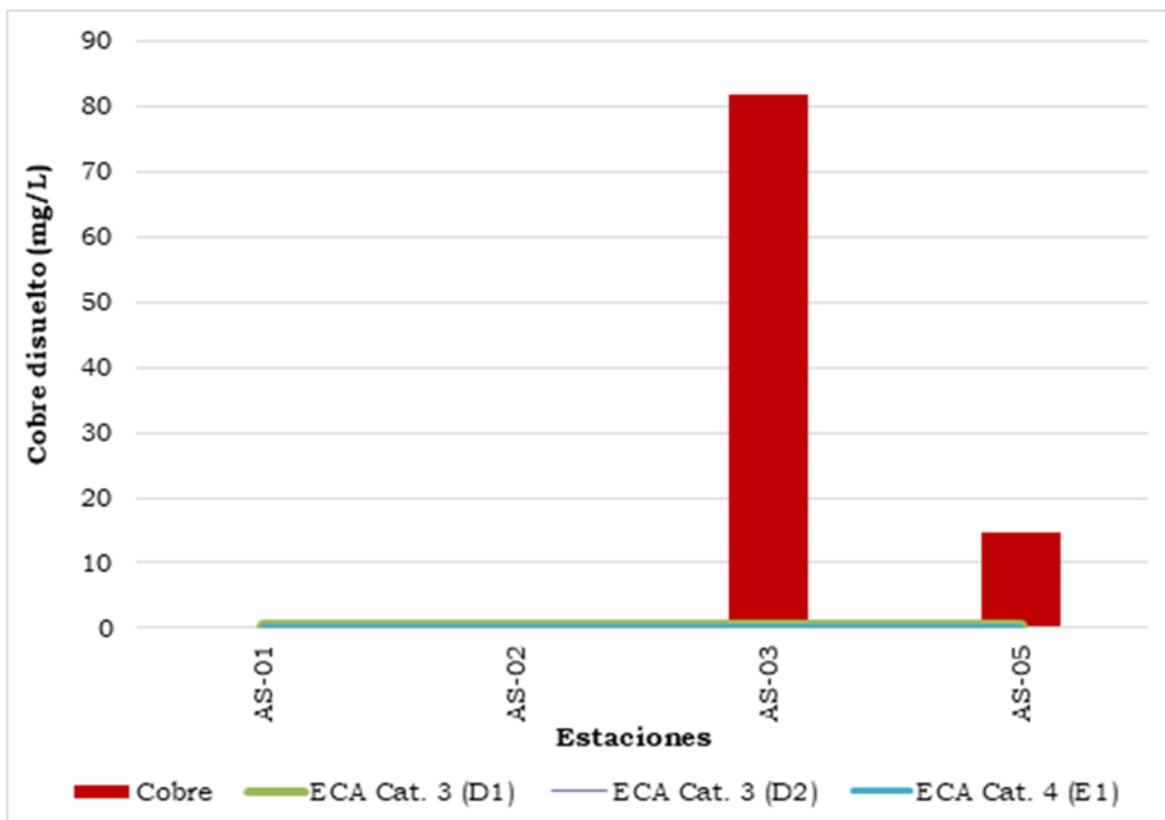


Figura 22: Rango de variación de mercurio por estación.

En el caso del plomo, los resultados de todas estaciones excedieron el ECA categoría 4-D1 (0,0025 mg/L); mientras que las estaciones AS-03 y AS-05, además, mostraron excedencias de los ECA categoría 3-D1 y 3-D2 (ambos, 0,05 mg/L). Asimismo, el mayor valor se registró en la estación AS-03 (1,92 mg/L), obtenido de la laguna Yanamate; mientras que el menor valor se registró en la estación AS-01 (0,01004 mg/L), obtenido de la laguna Cuchis (ver Figura 23).

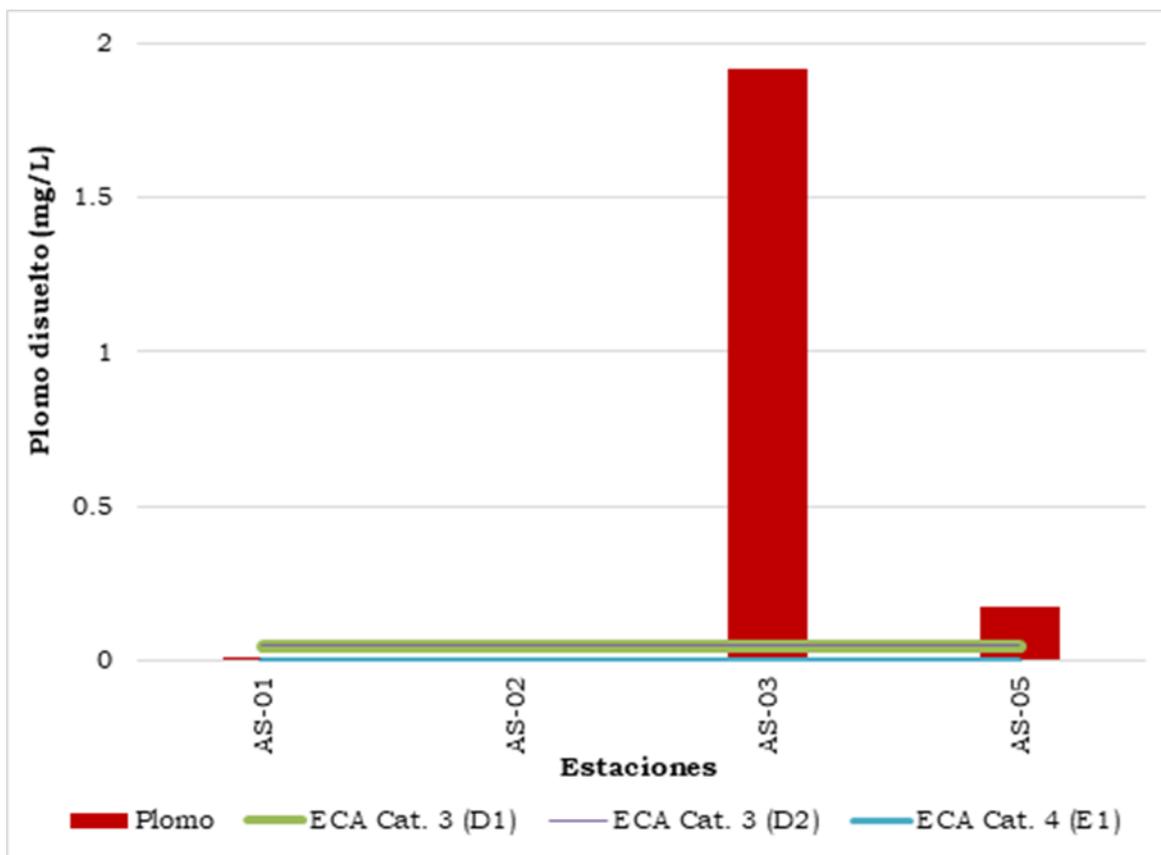


Figura 23: Rango de variación de plomo por estación.

En el caso del zinc, los resultados de todas estaciones excedieron el ECA categoría 3-D1 (2 mg/L) y 4-D1 (0,12 mg/L); mientras que las estaciones AS-03 y AS-05, además, mostraron excedencias del ECA categoría 3-D2 (24 mg/L). Asimismo, el mayor valor se registró en la estación AS-05 (1 417,98 mg/L), obtenido de la laguna Quiulacocha; mientras que el menor valor se registró en la estación AS-01 (2,58 mg/L), obtenido de la laguna Cuchis (ver Figura 24).

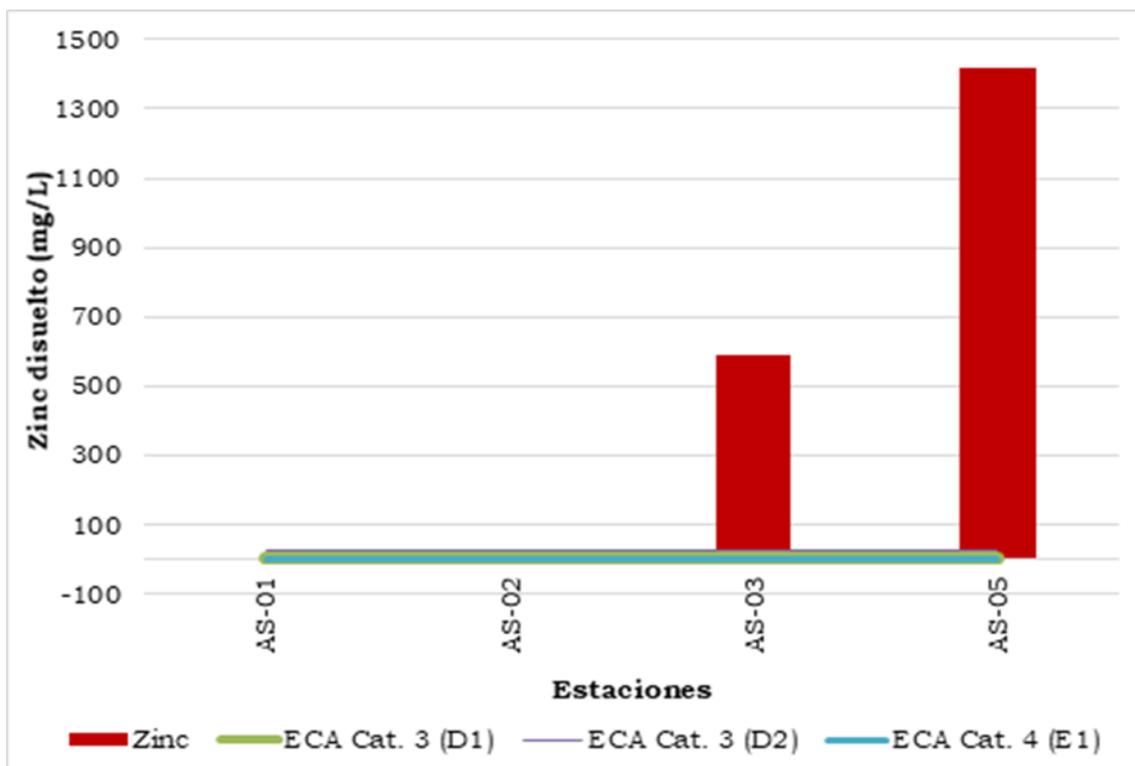


Figura 24: Rango de variación de zinc por estación.

Finalmente, se puede decir que la calidad del agua superficial del área de estudio del proyecto representa condiciones buenas en términos de parámetros inorgánicos (aniones, nutrientes, cianuros y fosfatos), que permiten mantener baja la potencialidad de eutrofización. No obstante, las excedencias de metales claves y potencialmente tóxicos, no permiten afirmar y garantizar la existencia de condiciones para riego y bebida de animales. Por su parte, en las estaciones AS-03 y AS-05, correspondientes a las lagunas Yanamate y Quiulacocha, la calidad de las aguas está muy por debajo del estándar. En particular, se observan excedencias en la conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales (SDT) y sulfatos, pero que no corresponden a una tendencia sino a variaciones naturales por las interacciones con el entorno y las actividades humanas. Asimismo, estos resultados guardarían relación con la geología local de alto contenido de sulfuros y sulfatos (producto de la oxidación de los sulfuros), componentes de la roca pirita (FeS_2).

4.4.2.2. Calidad de suelos

Para el análisis de las muestras se seleccionó a CERTIMIN S.A. (CERTIMIN) el cual se encuentra debidamente acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) (Anexo 4) y cuenta con programas estándar de control y aseguramiento de la calidad mediante

duplicados de laboratorio. Para el análisis de las muestras, se utilizaron los siguientes métodos:

Tabla 26: Métodos de análisis de parámetros de calidad de suelo

Parámetro	Método de Referencia	Descripción
Metales en suelos	EPA Method 3050B Rev. 02. EPA Method 6020A. 2007	Acid Digestion of Sediments, Sludge and Soils/EPA Method 6010D Rev.04 July 2014 Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry/EPA Method 6020B Rev.02 July 2014 Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry.

Los resultados forman parte de los informes de ensayo, emitidos por el laboratorio. Con el fin de interpretarlos de acuerdo con los objetivos del estudio, se procesó la información recolectada, empleando una base de datos. Es importante mencionar que los parámetros han sido evaluados y comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo establecidos por el MINAM mediante los D.S. N° 011-2017-MINAM; sin embargo, dado que el monitoreo se realizó en setiembre del año 2017 y el informe correspondiente se presentó a Cienciactiva en octubre de dicho año, el ECA con el que se comparó fue el aprobado por D.S. N° 002-2013-MINAM.

Respecto a ello, se estableció que todos los puntos de muestreo se consideraron bajo los ECAs para uso agrícola e industrial. A continuación se presentan los resultados de calidad de suelo:

Tabla 27: Resultados de calidad de suelo

Estaciones de monitoreo	CAL-02	CAL-03	CAL-05	CAL-06	CAL-09	ECA MINAM			
Fecha de muestreo	13/09/2017	14/09/2017	14/09/2017	13/09/2017	13/09/2017				
Tipo de muestra	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Suelo agrícola	Suelo industrial		
Parámetro	Analito	Unidad	METALES						
Arsénico	As	mg/kg	36,3	10,3	37,1	48,5	50,9	50	140
Cadmio	Cd	mg/kg	0,9	0,7	1	< 0,3	3,7	1,4	22
Bario	Ba	mg/kg	63	34	110	69	73	750	2000
Plomo	Pb	mg/kg	123,5	68,1	78,1	132,1	188,5	70	800

«continuación»

Estaciones de monitoreo			CAL-14	CAL-16	CAL-17	CAL-18	CAL-20	Dup CAL-14	ECA MINAM	
Fecha de muestreo			14/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	14/09/2017		
Tipo de muestra			Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Suelo agrícola	Suelo industrial
Parámetro	Analito	Unidad	METALES							
Arsénico	As	mg/kg	38,1	72	19,4	<0,20	23	38,5	50	140
Cadmio	Cd	mg/kg	1,3	5,3	1,6	0,9	0,7	1,3	1,4	22
Bario	Ba	mg/kg	80	150	55	43	34	74	750	2000
Plomo	Pb	mg/kg	176	638,9	80,8	54	60	178,4	70	800

Nota. D.S. N° 011-2017-MINAM – Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Tal como se puede observar en la Figura 25, la concentración de arsénico, en todas las estaciones de muestreo se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental de Suelo para uso industrial (140 mg/kg). Por otro lado, la estación CAL-09 y CAL-16 superaron lo establecido en el ECA suelo para uso agrícola (50 mg/kg).

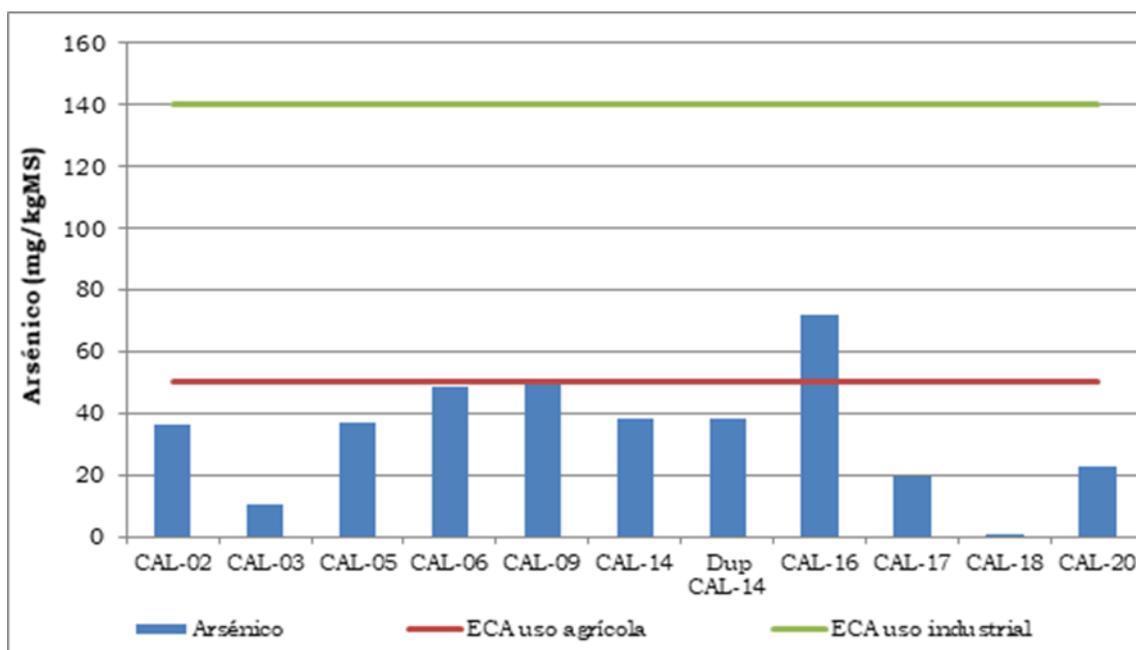


Figura 25: Valores de arsénico en suelo.

Como se muestra en la Figura 26, la concentración de cadmio, en todas las estaciones de muestreo se encuentran por debajo del Estándar de Calidad Ambiental de Suelo para uso

industrial (22 mg/kg). Por otro lado, la estación CAL-09, CAL-16 y CAL-17 superaron el ECA de Suelo para uso agrícola (1,4 mg/kg).

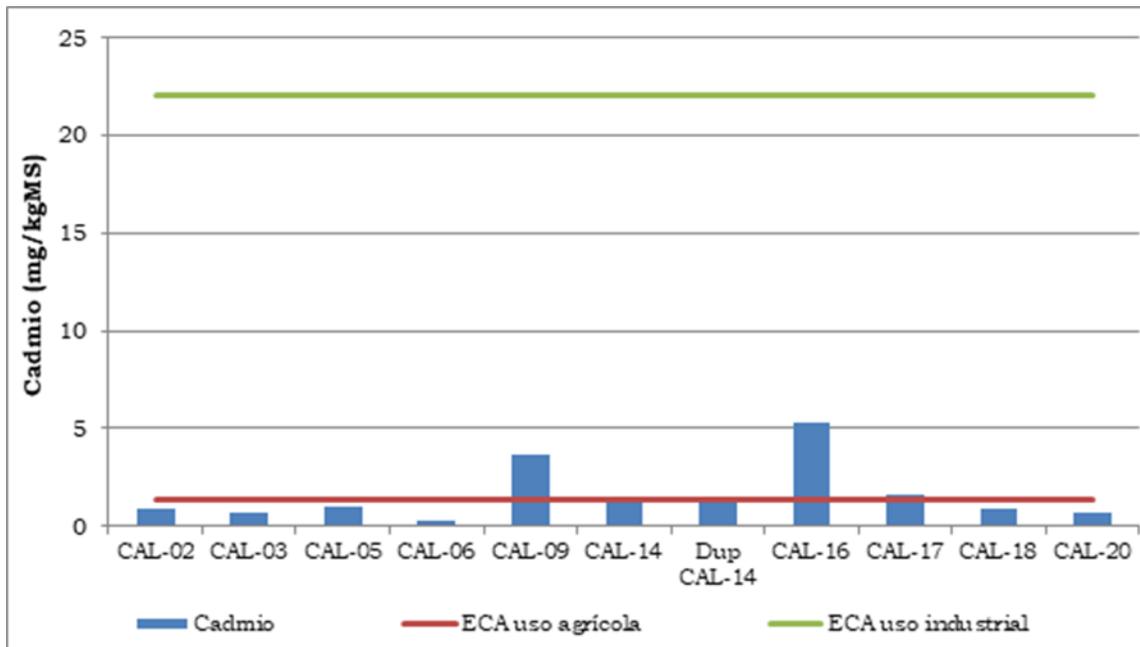


Figura 26: Valores de cadmio en suelo.

Respecto al parámetro de bario en suelo, como se aprecia en la Figura 27, la concentración de este elemento, en todas las estaciones de muestreo, cumple el ECA de Suelo para uso industrial y para uso agrícola.

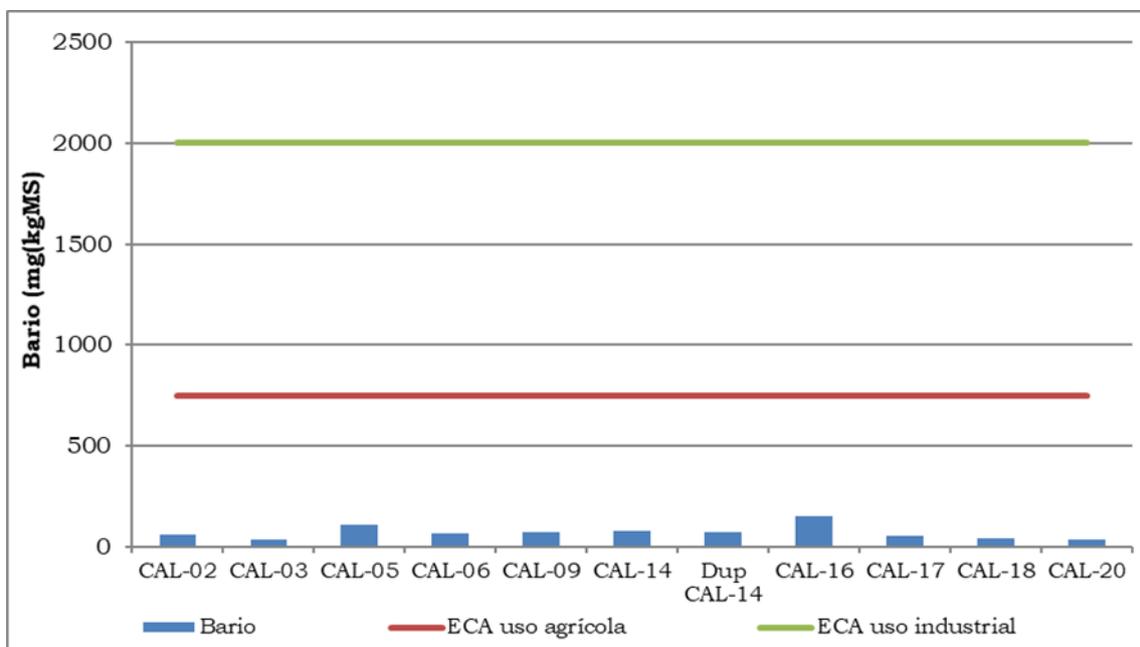


Figura 27: Valores de bario en suelo.

Como se muestra en la Figura 28, la concentración de plomo, en todas las estaciones de muestreo se encuentran por debajo del ECA de Suelo para uso industrial (800 mg/kg). Únicamente para las estaciones CAL-03, CAL-18 y CAL-19, los resultados de plomo en suelo (68,1, 54 y 60 mg/kg, respectivamente) se encuentran por debajo de los valores establecidos por el Estándar de Calidad Ambiental para suelo de uso agrícola (70 mg/kg).

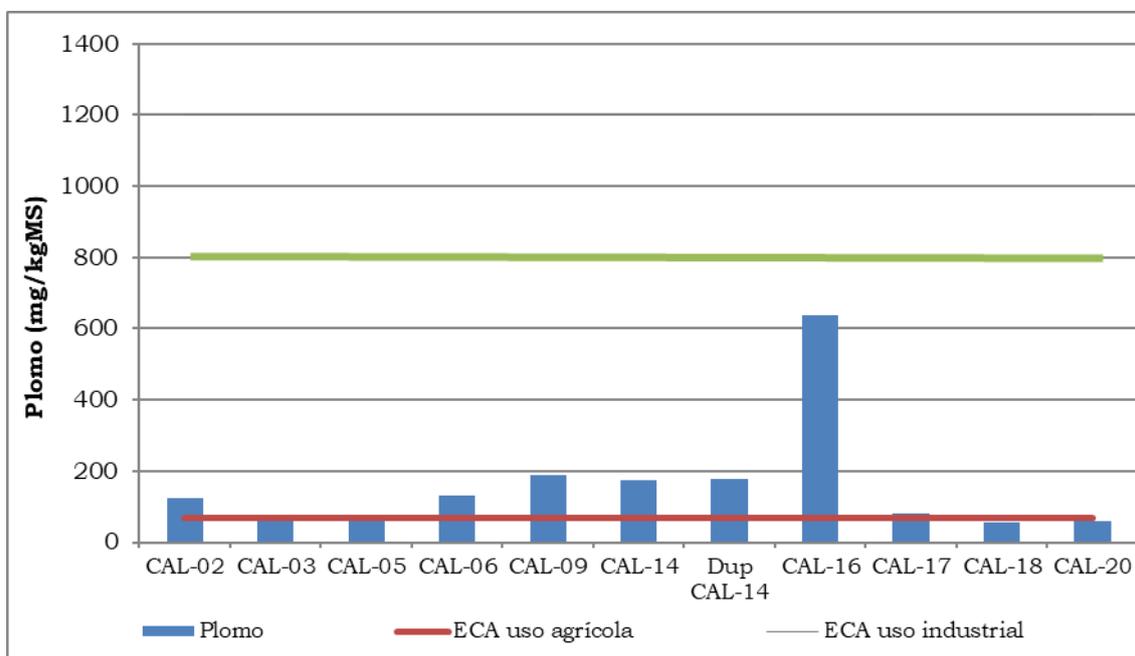


Figura 28: Valores de plomo en suelo.

La calidad del suelo del área de estudio del proyecto representa buenas condiciones en términos de condiciones de uso industrial; sin embargo, actualmente los suelos de la zona son utilizados, en su mayoría, con fines agrícolas y ganaderos, para lo cual, el contenido en metales en el suelo supone condiciones potencialmente tóxicas y nocivas. No obstante, los resultados se encuentran alineados con la mineralogía de la zona, de la cual han aprovechado muchas empresas mineras para obtener minerales metálicos y no metálicos, con fines económicos.

4.4.2.3. Calidad de ruido ambiental

Las mediciones de ruido se realizaron en horario diurno y nocturno, en conformidad con la normativa nacional (D.S. N° 085-2003-PCM), y las normas ISO 1996-1, 1996-2 y 2003, las cuales son acordes con los procedimientos utilizados internacionalmente para mediciones al

exterior de recintos. La duración de cada medición se basó en una integración registrada durante un intervalo de tiempo (10 o 15 minutos aproximadamente). Para las mediciones, tal como se indica en la normas antes mencionadas, el equipo fue ubicado a 1,5 m de su eje vertical y a no menos de 3,0 m de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal (p. ej. paredes, muros, entre otros).

En la Tabla 28 se presentan los ECA para ruido de acuerdo con el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM.

Tabla 28: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido

Zona de aplicación	ECA para ruido	
	Horario diurno (LAeq)	Horario nocturno (LAeq)
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB
Zona mixta (industrial-residencial)	60 dB	50 dB

(1) Periodo comprendido entre 07:01 – 22:00 horas

(2) Periodo comprendido entre 22:01 – 07:00 horas

En concordancia con lo indicado en la Tabla 21, para la evaluación de ruido se comparó los niveles registrados con los ECA del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N° 085-2003-PCM) para zona residencial, en el caso de la estación R-01, equivalentes a 60 dB(A) para el periodo diurno y 50 dB(A) para el periodo nocturno, y para zona de protección especial, en el caso de la estación R-02, equivalentes a 50 dB(A) para el periodo diurno y 40 dB(A) para el periodo nocturno. Los resultados son presentados en la Figura 29 y Figura 30.

Como se puede apreciar en la Figura 29, durante el periodo diurno, todos los registros se encontraron por debajo del estándar aplicable a la categoría de zona residencial (60 dB(A)) y de protección especial (50 dB(A)). Los registros obtenidos en cada estación fueron 40,44 dB(A) y 47,42 dB(A) en la estación R-01 y R-02, respectivamente. De forma similar, en el periodo nocturno, en su mayoría los registros se encontraron por debajo de los ECA para

ruido, correspondientes a zona residencial (50 dB(A)) y zona de protección especial (40 dB(A)), tal como se puede observar en la Figura 30. Los registros obtenidos en cada estación fueron 38,42 dB(A) y 40,36 dB(A) en la estación R-01 y R-02, respectivamente.

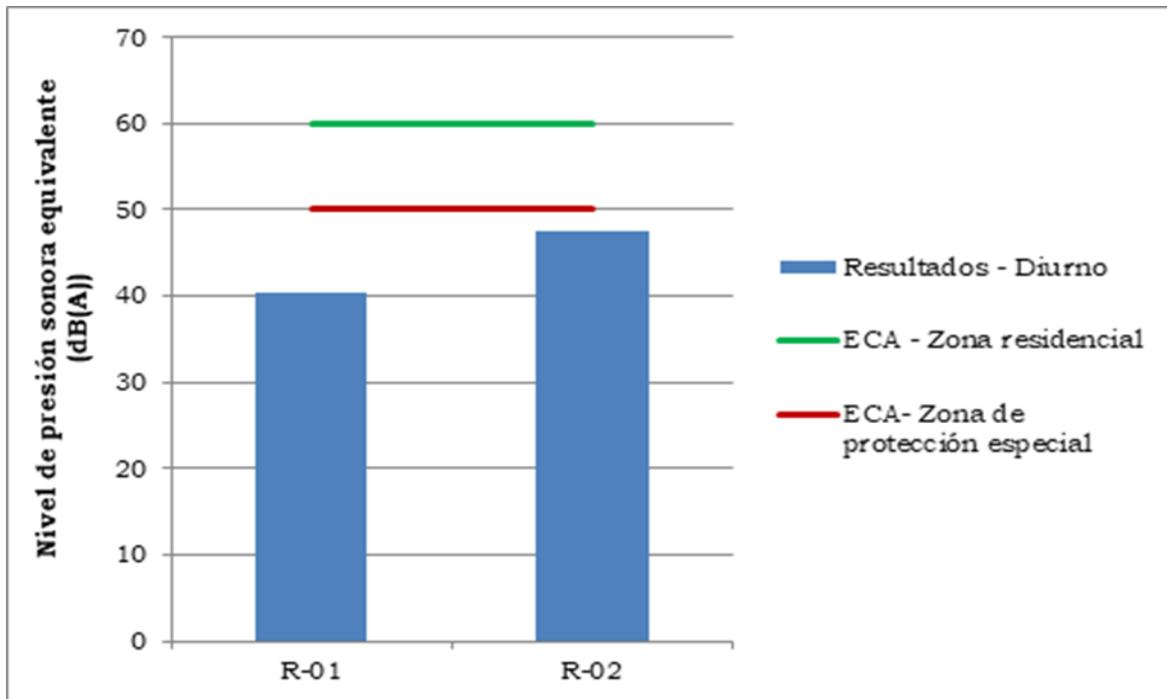


Figura 29: Niveles de ruido – periodo diurno.

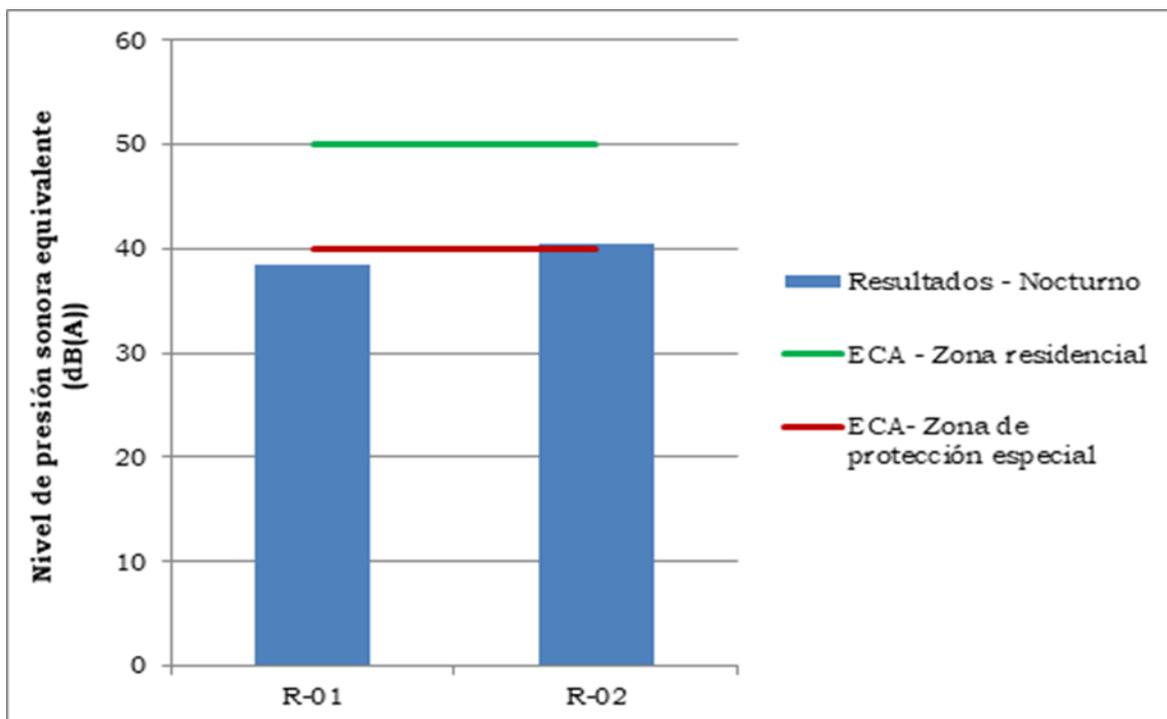


Figura 30: Niveles de ruido – periodo nocturno.

De acuerdo con los resultados de niveles de ruido registrados durante periodo diurno y nocturno, se concluye que el área de estudio ambiental presenta una calidad ambiental adecuada para zona residencial y de protección especial.

4.4.2.4. Calidad de aire

Los muestreos realizados se llevaron a cabo tomando en cuenta las recomendaciones establecidas en el “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones – Subsector Minería” (MINEM, 1993) y el “Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de los Datos” (DIGESA, 2005) establecido mediante R.D. N° 1404/2005/DIGESA/SA. Asimismo, para la caracterización de concentraciones de PM_{2,5} se emplearon equipos de alto volumen (Hi-vol) mientras para la determinación de concentraciones de gases se emplearon equipos automáticos.

En la Tabla 29 se presentan los ECAs de aire correspondientes a los parámetros evaluados, así como la normativa respectiva. Cabe señalar que los parámetros de muestreo analizados (PM_{2,5} y SO₂) corresponden a los contaminantes de principal interés, evaluados como parte del de monitoreo ambiental del proyecto.

Tabla 29: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de aire

Parámetro	Periodo	Formato	ECA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Norma
Material particulado PM ₁₀	24 horas	No exceder más de 7 veces al año	100	D.S. N° 003-2017-MINAM
	Anual	Media aritmética anual	50	
Material particulado PM _{2,5}	24 horas	No exceder más de 7 veces al año	50	D.S. N° 003-2017-MINAM
	Anual	Media aritmética anual	25	
Pb en PM ₁₀	Mensual	No exceder más de 4 veces al año	1,5	No exceder más de 4 veces al año
	Anual	Media aritmética de los valores mensuales	0,5	
As en PM ₁₀ (1)	24 horas	Media aritmética	6,0	Anexo 3 – R.M. N° 315-96-EM/VMM
Dióxido de azufre (SO ₂)	24 horas	No exceder más de 7 veces al año	250	D.S. N° 003-2017-MINAM
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	1 hora	No exceder más de 24 veces al año	200	D.S. N° 003-2017-MINAM
	Anual	Media aritmética anual	100	

«continuación»

Monóxido de carbono (CO)	de 8 horas	Media aritmética móvil	10 000	D.S. N° 003-2017-MINAM
	1 hora	No exceder más de 1 vez al año	30 000	
Sulfuro de hidrógeno (H2S)	de 24 horas	Media aritmética	150	D.S. N° 003-2017-MINAM

Nota. (1) Este parámetro no existe en el ECA para Aire, por lo que se usa la norma del sector minero de forma referencial.

4.4.2.4.1. Material particulado (PM_{2,5})

En cuanto a la concentración de material particulado PM_{2,5}, se observa que la estación CA-01 excede el ECA actualmente vigente, tal como se aprecia en la Figura 31, la cual ascendió a 123,5 µg/m³. En este sentido, esta máxima concentración de PM_{2,5} puede atribuirse al tránsito constante de vehículos por los terrenos sin afirmar aledaños a la estación de monitoreo ubicada en el Pueblo Joven de Uliachin, Sector “C”.

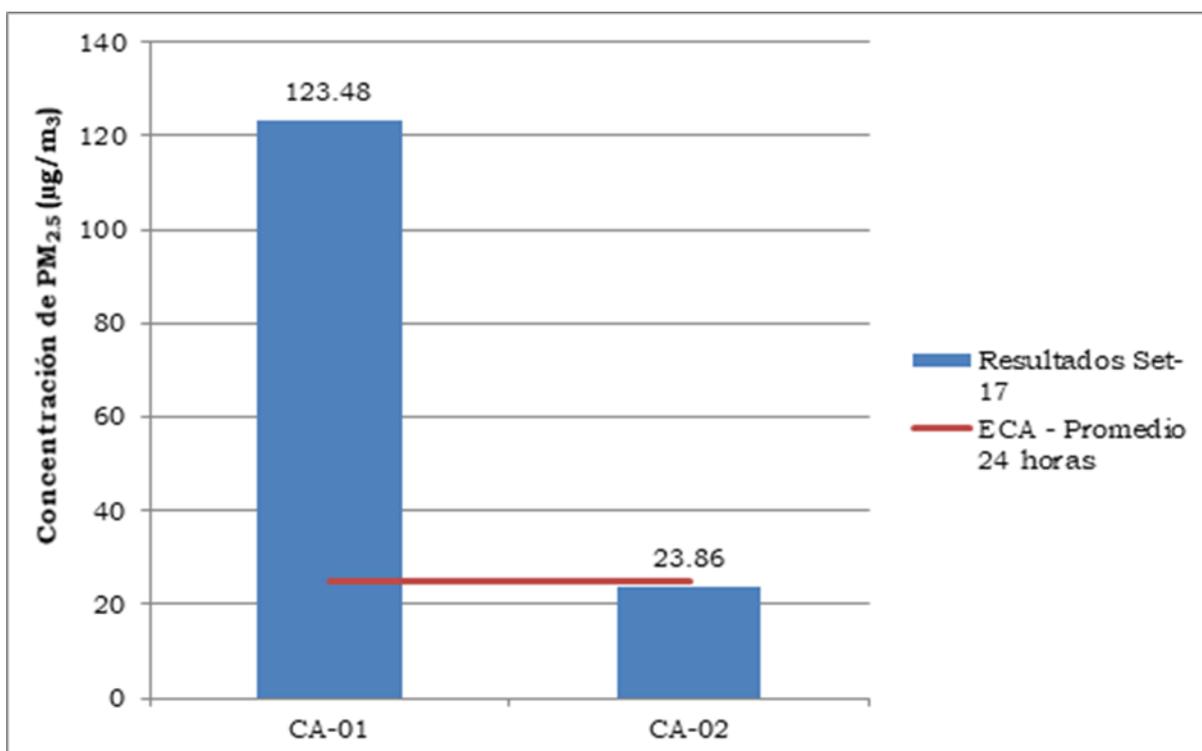


Figura 31: Concentración de PM_{2,5} – Promedio en 24 horas (µg/m³).

4.4.2.4.2. Dióxido de azufre (SO₂)

En cuanto a las concentraciones de SO₂, ambos registros se encontraron por debajo del ECA actualmente vigente (250 µg/m³), tal como se aprecia en la Figura 32. La máxima concentración de SO₂ fue registrada en CA-02 (39,75 µg/m³), mientras la mínima concentración fue observada en la CA-01 (35,51 µg/m³). A pesar de las no excedencias, cabe resaltar que, durante el monitoreo, se identificó humo de chimeneas proveniente de casas aledañas a la estación CA-02, así como terreno con vegetación.

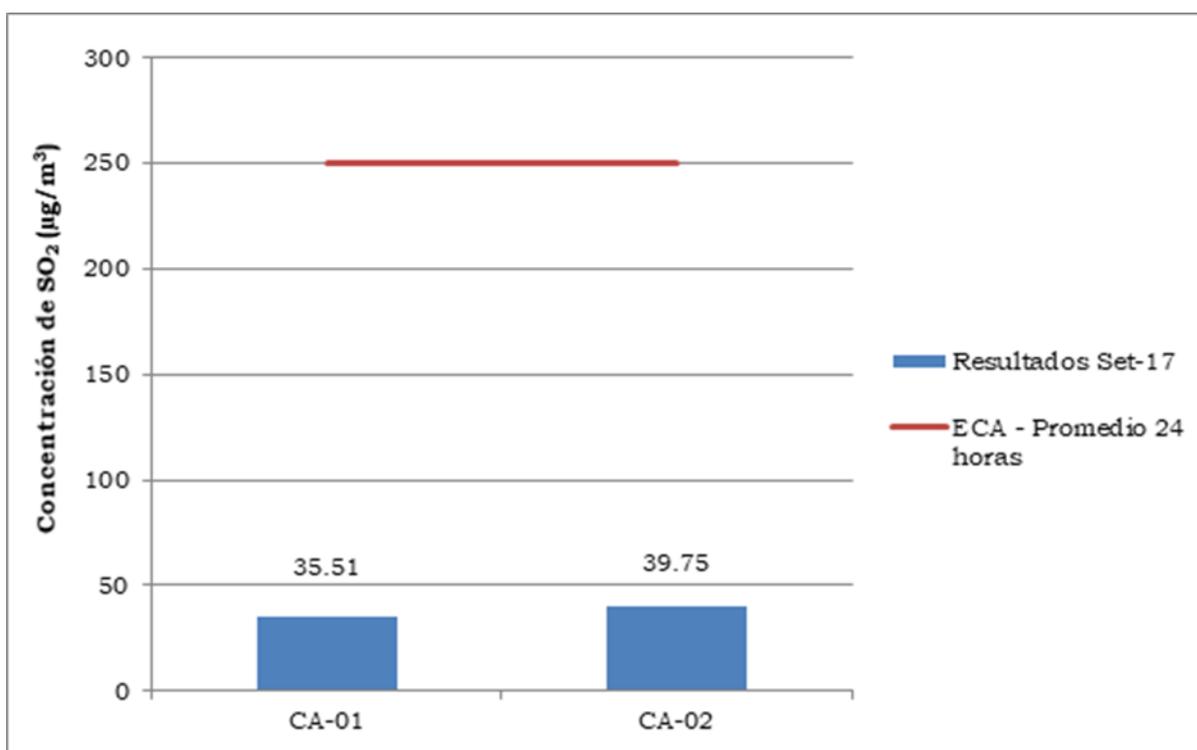


Figura 32: Concentración de SO₂ – Promedio en 24 horas (µg/m³).

De acuerdo con los registros obtenidos en la campaña de monitoreo de setiembre del año 2017, el área de estudio ambiental y de influencia del proyecto cuenta con una buena calidad de aire. Esto es debido a que se han identificado concentraciones muy por debajo de los ECA para Aire, tanto para material particulado como para gases, con una excepción puntual, la cual tuvo influencia de actividades antropogénicas cerca a la estación de monitoreo.

4.5. Informe final de resultados (CONCYTEC)

Una vez finalizado el periodo de la subvención otorgado por CONCYTEC, fue necesario realizar un informe final en el que se consignaron, además de los resultados del proyecto,

aquellos aspectos de mejora y experiencia integral en la ejecución del mismo. En relación a las perspectivas de sostenibilidad del proyecto, se plantean en base a diferentes dimensiones:

1. Mejorar la calidad de vida de las personas. El proyecto busca remediar los pasivos ambientales mineros como los desmontes de mina y los relaves que, de lo contrario, permanecerían en las zonas que habitan por años. Al tratar estos materiales dañinos para la salud humana y de los animales, reduciendo los residuos mineros, se mejorará la calidad de vida de la población afectada.
2. Lograr un crecimiento económico constante. El proyecto busca dinamizar la industria de sustancias químicas y minera, al brindar bienes como el ácido sulfúrico y metales de valor económico, para atender a la creciente demanda demostrada en los estudios de mercado. Una consecuencia a largo plazo es potenciar el crecimiento económico de esta industria, con lo cual se puede mejorar su capacidad productiva, así como el potencial de recursos humanos y tecnológicos.
3. Fomentar el crecimiento económico local. Se pretende que, a raíz del proyecto (y sus potenciales réplicas en el tiempo), la población cercana a la planta de neutralización acceda a nuevos puestos de trabajo, con lo cual se promovería el acceso equitativo a beneficios del crecimiento en términos de mejor distribución de ingresos, beneficios sociales y protección del ambiente.
4. Seleccionar opciones tecnológicas adecuadas. El proyecto, con su proceso tecnológico y remediador de problemas ambientales (como los residuos mineros), atiende a uno de los problemas que impiden la sostenibilidad, el cual recae en la transferencia tecnológica, necesaria para el desarrollo sustentable de los países en desarrollo, pero que, a menudo, tiene un fuerte impacto en el ambiente. Dicho proceso tecnológico recae en una ardua investigación y en el desarrollo de capacidades técnicas para lograr tecnologías sustitutivas y mejorar las propuestas tradicionales (altamente contaminantes).

5. Aprovechar, conservar y restaurar los recursos naturales. El proyecto busca evitar la degradación de los recursos, proteger la capacidad límite de la naturaleza, favorecer la restauración y evitar los efectos adversos sobre la calidad del agua y la tierra, con el fin de perpetuar la oferta ambiental de los ecosistemas.

Con el fin de dejar constancia de la experiencia del presente proyecto, es preciso reconocer los aspectos positivos y reseñables, con el fin de que todos los procesos y decisiones que contribuyeron al éxito del proyecto no se dejen de lado. En tal sentido, como lecciones aprendidas se deben destacar:

- Las decisiones que mejor funcionaron: La mejor decisión que ayudó al desarrollo del proyecto fue realizar una primera visita de campo en la zona, antes del muestreo de relaves. Esta visita no sólo permitió realizar trámites de obtención de información (planos) en la misma zona, sino que determinó la mejor ubicación para la planta. Asimismo, el reconocimiento inicial en la zona brindó la información necesaria para conocer los componentes ambientales.
- Los procesos y técnicas que más eficiencia y efectividad aportaron: Sin duda, las técnicas que más efectividad aportaron al proyecto fueron los análisis llevados a cabo en el laboratorio, los cuales permitieron validar los supuestos del proceso tecnológico en relación a las características de los relaves o residuos mineros (insumos principales de dicho proceso).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. Las operaciones mineras han dejado, desde hace muchos años, un gran número de minas huérfanas y abandonadas, las cuales, al no haber alcanzado el cierre definitivo, se han convertido en una fuente potencial de contaminación, ocasionando daños irreversibles a la salud humana y a los ecosistemas.
2. Al 2019 se han identificado un total de 8 448 pasivos ambientales mineros (PAMs) con responsable identificado/no identificado y con/sin estudio de impacto ambiental. En tal sentido, la zona de influencia del proyecto está rodeada por al menos 12 PAMs (R.M. N° 535-2016-MEM/DM), entre los cuales se encuentran la Desmontera Excélsior, dentro de la concesión Paragsha-Ocroyoc, y la Relavera de la Laguna Quiulacocha, perteneciente a la empresa Cerro S.A.C.
3. A pesar que el desmonte Excélsior se encuentra siendo remediado a la fecha y la relavera de la laguna Quiulacocha está en fase de estudios, el presente proyecto innovador, por sus características y poder de remediación, puede ser replicado en otras regiones, dado que su finalidad fue probar que la planta de neutralización funcionaría con relaves con alto contenido en pirita, existiendo aún muchos PAMs que pueden ser tratados con dicho proceso.
4. La inversión destinada por el Estado para la remediación de los pasivos mineros es insuficiente, por lo que se hace necesario buscar fuentes de financiamiento de organismos internacionales o apelar al sector privado para desarrollar y ejecutar proyectos de remediación, generándose así ingresos económicos, disminución de la contaminación (daños al ecosistema) y disminución de los conflictos sociales.

5. El presente proyecto busca dejar un precedente sobre la remediación ambiental y la posibilidad de aplicar tecnologías o métodos innovadores para solucionar un problema tangible, el cual, actualmente, genera gastos al Estado, pero no retribuciones económicas.
6. La aplicación de las distintas competencias adquiridas durante los estudios de la carrera de Ingeniería Ambiental permitió gestionar la solución del problema antes descrito, planteándolo como perfil de proyecto innovador y obteniendo, gracias a ello, financiamiento del Estado para seguir desarrollando los estudios que demuestren su factibilidad. En tal sentido, los resultados y beneficios obtenidos fueron la subvención de CONCYTEC (Ideas Audaces, Fase I), los estudios de factibilidad técnica/económica y de investigación sobre los aspectos ambientales del área del proyecto, los Términos de Referencia del futuro EIA y la posibilidad de escalar a la Fase II del concurso y así ejecutar dicho proyecto, gracias a la firma de convenios con socios estratégicos.

5.2. Recomendaciones

1. Fomentar la investigación en materia ambiental, con especial énfasis en la recuperación de ambientes degradados por distintas actividades económicas, como la minera.
2. Actualizar y gestionar la base de datos de registros de pasivos ambientales mineros de manera transversal y transparente con el objetivo de facilitar y agilizar la gestión para su ejecución.
3. Continuar con la remediación de los PAMs de muy alta y alta prioridad por el riesgo que conllevan a la población; al año 2021 se busca remediar alrededor de 1 000 pasivos, de los cuales, aproximadamente, 800 están categorizados de muy alta y alta prioridad a nivel de post cierre y unos 200 a nivel de pre inversión.
4. Acelerar la remediación de ciertos PAMs, como el desmonte Excélsior, ya que, después de haber sido subastado en el año 2010 por Activos Mineros, recién al 2018

se reporta como con obras en ejecución. A pesar de evidenciar esta información en el portal web de AMSAC, no se cuenta con datos actuales sobre el estado o avance de la remediación de este PAM.

5. Priorizar la remediación de la relavera de la laguna de Quiulacocha, agilizando la etapa de estudios para llegar a la de ejecución, ya que continúa afectando a la población de la comunidad campesina del mismo nombre.
6. Promover, tanto desde el Estado como el sector privado, el reaprovechamiento de los pasivos ambientales mineros como una forma de remediación, ya que, como se ha comprobado en el presente documento, se producirían ingresos económicos, se reduciría la contaminación ambiental y se evitarían los problemas sociales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSAC (s.f.a) Remediación ambiental de pasivos mineros. Recuperado de <http://www.amsac.pe/index.php/que-hacemos/remediacionambiental/item/131-remediacion-ambiental-de-pasivos-mineros#>
- AMSAC (s.f.a). Remediación ambiental de pasivos mineros [Gráfico]. Recuperado de <http://www.amsac.pe/index.php/que-hacemos/remediacionambiental/item/131-remediacion-ambiental-de-pasivos-mineros#>
- AMSAC (s.f.b). Conócenos. Recuperado de <http://www.amsac.pe/index.php/nosotros/nuestra-empresa>
- AMSAC (2018). Remediación ambiental. Recuperado de <https://www.amsac.pe/objeto-social/remedacion-ambiental/>
- CERTIMIN (2017). Informe de ensayo N° MAY0105.R17.
- CERTIMIN (2017). Informe de ensayo N° SEP1127.R17.
- CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA (CONCYTEC) (2016). PROGRAMA NACIONAL TRANSVERSAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL 2016 - 2021. Recuperado de https://portal.concytec.gob.pe/images/publicaciones/libro_ambientales_cyntia_oct.pdf
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Estándares de calidad de ruido, Perú, 24 de octubre de 2003.
- Decreto Supremo N° 059-2005-EM. Reglamento de la Ley N° 28271, Perú, 07 de diciembre de 2005.
- Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Aprueban categorización de especies amenazadas de flora silvestre, Perú, 13 de julio de 2006.
- Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Perú, 31 de julio de 2008.
- Decreto Supremo N° 003-2009-EM. Modificación del Reglamento de la Ley N° 28271, Perú, 06 de febrero de 2009.

- Ministerio de Energía y Minas (1993). Protocolo de Monitoreo de calidad de agua. Recuperado de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/guias/procaliagua.PDF>
- Negrón, M. (2015). Reaprovechamiento y remediación ambiental de los pasivos ambientales mineros 'Acari', una aplicación de la Ley 28271 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir00912a&AN=CONCYTE C.uni.2097&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Perú21 (15 de julio de 2018). Hay más de 8,000 pasivos ambientales mineros, según Minem. Recuperado de <https://peru21.pe/economia/peru-hay-8-000-pasivos-ambientales-mineros-minem-414706>
- Resolución Directoral N° 1404/2005/DIGESA/SA. Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Gestión de los Datos, Perú, 09 de octubre de 2005.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, Perú, 11 de enero de 2016.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA. Aprobar la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros, conforme a la relación que se adjunta en el Anexo N° 1 y que forma parte de la presente Resolución, de acuerdo al Informe Técnico N° 0112-2010-ANA-DCPRH-ERH-CAL de fecha 18-03-2010, Perú, 22 de marzo de 2010.
- Resolución Ministerial N° 315-96-EM/VMM. Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas, Perú, 19 de julio de 1996.
- Resolución Ministerial N° 290-2006-MEM/DM. Primer Inventario Inicial de Pasivos Ambientales Mineros.
- Resolución Ministerial N° 535-2016-MEM/DM. Inventario de Pasivos Ambientales Mineros, Perú, 20 de diciembre de 2016.
- Resolución Ministerial N° 010-2019-MEM/DM. Inventario de Pasivos Ambientales Mineros, Perú, 12 de enero del 2019.
- Rosas, S., Luna, C., Sánchez, O., & Ortiz, E. (2007). Producción de Ácido Sulfúrico por Medio del Tratamiento de Gases Residuales Generados en la Tostación de Piritas. *Información tecnológica*, 18(4), 35-40. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642007000400006>

- Recuperación de Pirita de Relaves por Flotación (27 de julio de 2018). Recuperación de pirita de relaves. [Figura]. Recuperado de <https://www.911metallurgist.com/metalurgia/recuperacion-pirita-relaves-flotacion/>
- Recuperación de Pirita de Relaves por Flotación (27 de julio de 2018). Recuperación de pirita de relaves por flotación. Recuperado de <https://www.911metallurgist.com/metalurgia/recuperacion-pirita-relaves-flotacion/>
- Rimarachin-Varas & Huaranga-Moreno (2015). Tratamiento de aguas de efluentes minero – metalúrgicos utilizando, métodos pasivos y activos en sistemas experimentales. *Sciendo*, 18(2), 20-29.
- Sernageomin (2018). Preguntas frecuentes sobre relaves. Recuperado de <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/01/Preguntas-frecuentes-sobre-relaves.pdf>
- Sotomayor, A. (2016). Remediación de pasivos ambientales mineros como estrategia para el cuidado del ambiente [Figura]. Recuperado de http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/3395/Sotomayor_Cabrera_A.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sotomayor, A. (2016). Remediación de pasivos ambientales mineros como estrategia para el cuidado del ambiente (trabajo presentado en la Conferencia Académica Anual del Consorcio, octubre, 2015). En Consorcio de Universidades (Ed.), *Metas del Perú al bicentenario*, 241-246. Lima: Consorcio de Universidades.
- USEPA (1998). *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems. Volume 1I: Part 1 Ambient Air Quality monitoring Program Quality System Development*. Office of Air Quality Planning and Standards Research Triangle Park. IBSN EPA-454/R-98-004.USA.
- Volcan S.A.A. (2016). Memoria Anual 2016 de Volcan Compañía Minera S.A.A. Recuperado de <http://www.volcan.com.pe/inversionistas/Memoria%20Anual/Memoria%20Anual%202016.pdf>

VII. ANEXOS

Este anexo contiene comunicación de correos electrónicos. Favor de revisar el ejemplar impreso disponible en la Sala de Tesis de la Biblioteca Agrícola Nacional - UNALM.

Anexo 2: Términos de referencias



PERÚ Ministerio de la Producción

Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

San Isidro, 15 AGO. 2017

INFORME N° 709 -2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI-DEAM

A : RONALD ENRIQUE ORDAYA PANDO
Director
Dirección de Evaluación Ambiental

Asunto : Evaluación de Términos de Referencia para elaboración del Estudio del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Detallado del proyecto "Planta de Neutralización Regenera +" propuestos por la empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**

Referencia : Registro N° 00098254-2017 (10.05.17)

1. ANTECEDENTES:

- Mediante Registro N° 00098254-2017 (10.05.17), la empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, presentó a Evaluación los Términos de Referencia para elaboración del Estudio del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto "Planta de Neutralización Regenera +".

2. BASE LEGAL:

- Ley N° 28611. Ley General del Ambiente
- Reglamento de Gestión Ambiental de la Industria Manufacturera y de Comercio Interno, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE.
- Ley N° 27314. Ley General de Residuos Sólidos
- D.S. N° 057-2004-PCM. Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos
- D.S. N° 085-2003-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido
- D.S. N° 003-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire:
- D.S. N° 074-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.
- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada: Decreto Legislativo N° 757
- Ley General de Salud: Ley N° 26842.

3. DATOS GENERALES

- Datos del titular del Proyecto:** La empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, con RUC N° 20543082563, con domicilio legal en la Av. Primavera Nro. 643 Int. S103 Urbanización Chacarilla del Estanque, distrito San Borja, provincia y departamento de Lima.
- Representante Legal:** Representada por el Sr. Roberto Parra.

4. DE LA CORRESPONDENCIA Y TÉRMINOS DE REFERENCIA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO (EIA -D)

La empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, señala que pretende ejecutar el proyecto denominado "Planta de Neutralización Regenera +" para producir ácido sulfúrico que se ubicará a 4 km al suroeste de la ciudad de Pasco y de la Unidad Minera Cerro de Pasco de la Compañía Minera Volcán, en los terrenos de la Comunidad Campesina Quiulacocha en el distrito de Simón Bolívar, provincia y departamento de Pasco.

Asimismo, la empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, señala que para el proyecto de inversión corresponde presentar la máxima categoría, como es un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Detallado, debido a que en el artículo 33.2 del Reglamento de Gestión Ambiental de la Industria Manufacturera y de Comercio Interno, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE establece que el procedimiento de Clasificación mediante Evaluación Preliminar (EVAP) no es aplicable para aquellos proyectos que estén incluidos en el Anexo II del Reglamento.

El proyecto de inversión integral que pretende implementar la empresa una planta de producción de ácido sulfúrico. Según el Anexo II del Reglamento antes citado, se establece que para los proyectos de "Plantas Químicas Integradas de producción de sustancias químicas básicas" se deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental Detallado (EIA-D).



REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 060 – Urbanización Córpac – San Isidro – Lima | T. (511) 616 2222 | produce.gob.pe



En tal sentido, corresponderá a la empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, presentar un EIA Detallado, para implementar su proyecto de inversión.

En este contexto, la empresa propone los siguientes términos de referencia para la elaboración de su EIA-D:

1. DATOS GENERALES

1.1 DATOS DEL TITULAR DEL PROYECTO

- Nombre y/o razón social
- Número de Registro Único de Contribuyente (RUC)
- Número de partida registral
- Zona registral
- Domicilio legal (calle, número, distrito, provincial, departamento)
- Números telefónicos
- Correo electrónico

1.2 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

- Nombres y apellidos
- Documento de identidad
- Número telefónico
- Correo electrónico
- Número de partida de poder vigente
- Zona registral

La representación legal deberá acreditar mediante documentación correspondiente.

1.3 DATOS DE LA CONSULTORA AMBIENTAL

- Nombre y/o razón social
- Número de Registro Único de Contribuyente (RUC)
- Número de registro de consultora ambiental
- Representante legal (Nombres y apellidos)
- Domicilio legal (calle, número, distrito, provincial, departamento)
- Números telefónicos
- Correo electrónico
- Profesionales que intervienen en la elaboración del EIA-d.

Los profesionales que intervienen en la elaboración del EIA-d deben estar inscritos como parte del equipo técnico de la consultora ambiental con registro vigente. Se deberá precisar la participación de cada uno con relación a los diferentes capítulos del EIA-d. El estudio deberá ser realizado por un equipo multidisciplinario, el cual incluirá al menos un profesional de la especialidad de procesos industriales y otro en temas ambientales.

Para cada profesional que participa, deberá adjuntar el certificado de habilidad vigente del colegio profesional correspondiente.

1.4 SITUACIÓN LEGAL DEL PREDIO

Se deberá describir brevemente cuál es la situación legal del lugar donde se prevé el desarrollo del proyecto (propiedad, posesión, arrendamiento, etc.).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se presentará la descripción del proyecto de inversión en sus diferentes etapas: planificación, construcción, operación, mantenimiento y abandono o cierre, teniendo en cuenta su tiempo de ejecución, los componentes, acciones, actividades u obras, entre otros, según lo indicado a continuación:

2.1 ANTECEDENTES, MARCO LEGAL Y OBJETIVOS

Los antecedentes generales del proyecto, indicando el nombre del proyecto, la identificación legal y administrativa del proponente o titular del proyecto.





2.1.1 ANTECEDENTES

Deberá indicar información de la empresa titular del proyecto, de la actividad que se pretende desarrollar, del lugar de emplazamiento del proyecto; y de los beneficios del mismo en el crecimiento del país.

2.1.2 MARCO LEGAL

Debe considerar los mecanismos y acciones para la implementación de las actividades y compromisos a los que está obligado a cumplir el titular del proyecto durante su periodo de duración; de conformidad con la Ley N° 27446, el presente reglamento y otras normas complementarias aplicables.

Se especificará los aspectos legales y administrativos de carácter ambiental que tienen relación directa con el proyecto, especialmente aquellos relacionados con la protección del ambiente, la conservación de los recursos naturales e histórico – culturales, el cumplimiento de normas de calidad ambiental y la obtención de permisos para uso de recursos naturales, entre otros.

2.1.3 NORMAS GENERALES Y NORMAS AMBIENTALES GENERALES

Se deberá presentar una evaluación de las normas de ámbito general o nacional, que sanitaria y ambientalmente, que rigen sobre la actividad que desarrollara el proyecto, así como las que sirvieron de base para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental detallado.

2.1.4 NORMAS AMBIENTALES SECTORIALES

Se deberá evaluar las normas de ámbito sectorial, sanitaria y ambientalmente, que son aplicables a la actividad que desarrollara el proyecto, así como las que sirvieron de base para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental detallado.

2.1.5 ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

Se listarán los Estándares de Calidad Ambiental vigentes, aplicables a la actividad propuesta.

2.1.6 TRAMITACIÓN DE PERMISOS

Se deberá indicar si el proyecto utilizará, dentro de subprocesos y subprocesos, recursos naturales que se encuentran en el área de influencia del mismo. Asimismo, se deberá ubicar la zona de extracción de estos recursos. En el caso de recursos naturales, se deberá adjuntar las autorizaciones, permisos y licencias u otros documentos mediante los cuales las autoridades competentes otorgan dicha autorización.

2.2 OBJETIVOS

Se deberá señalar los objetivos del proyecto de inversión a desarrollar, tanto el objetivo general como los objetivos específicos. Se deberá sustentar los objetivos que tendrán que ser evaluados tanto desde el punto de vista ambiental, económico y social.

2.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA, COMPATIBILIDAD, ZONIFICACIÓN Y SITUACIÓN LEGAL DEL PROYECTO

2.3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA DEL PROYECTO

Se deberá presentar la ubicación geográfica y política del proyecto en coordenadas UTM, datum WGS 84, así como deberán incluir un plano de localización a la escala adecuada al tamaño del proyecto, incluyendo las coordenadas UTM, suscrito por un ingeniero colegiado.

Se deberá presentar un mapa que muestre la ubicación del proyecto y sus límites, indicando la existencia, de ser el caso, de asentamiento y centros poblados, caminos y vías de acceso, características topográficas regionales, cursos de agua, reservorios y humedales (si es el caso), áreas naturales protegidas y áreas agrícolas reservadas o cultivadas, adyacentes al lugar del proyecto.

2.3.2 COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON EL USO DEL SUELO EN TERRENOS COLINDANTES Y CON LA ZONIFICACION ASIGNADA AL LUGAR SELECCIONADO

Se deberá adjuntar el documento que acredite la compatibilidad de uso de acuerdo a la zonificación correspondiente, otorgado por la autoridad competente.

REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 060 – Urbanización Córpac – San Isidro – Lima | (511) 616 2222 | produce.gob.pe



2.3.3 SITUACIÓN LEGAL DEL PREDIO DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO

Se deberá describir cuál es la situación legal del lugar donde se prevé el desarrollo del proyecto (propiedad, posesión, arrendamiento, etc.), debiendo adjuntar los títulos, y de ser el caso partidas registrales, que acrediten dicha situación.

2.4 ETAPAS Y DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA DEL PROYECTO

Se deberá indicar el tiempo que involucren las diferentes etapas del proyecto. Se incluirá un cuadro con las diferentes fases (planificación, construcción, operación, mantenimiento y cierre) conteniendo un cronograma de ejecución. Asimismo, se deberá estimar el tiempo de vida útil del proyecto y monto aproximado de inversión del proyecto.

2.4.1 ETAPAS DEL PROYECTO

Debe describirse el proyecto en sus diferentes etapas de planificación, construcción, operación, mantenimiento y cierre, considerando su tiempo de ejecución, los componentes y acciones o actividades que involucra.

2.4.1.1 Etapa de construcción

Se deberá detallar las actividades constructivas a desarrollar y el plazo previsto para su ejecución. Deberán describirse las diferentes fases del proceso constructivo señalando, mediante diagramas de flujo, los requerimientos de maquinaria, equipos, agua, combustible, energía y personal, entre otras entradas; así como la salida de residuos sólidos, efluentes, emisiones, ruidos, vibraciones, radiaciones, etc.

2.4.1.2 Etapa de operación y mantenimiento

Se deberá detallar los procesos, subprocesos y actividades necesarias para la obtención del producto y/o subproductos del proyecto. Se deberá indicar los residuos sólidos, efluentes, emisiones, ruidos, vibraciones, radiaciones y otros que se generarán en cada uno de los procesos y subprocesos, en cantidades y por unidad de tiempo.

Se deberá detallar las actividades necesarias durante la etapa de mantenimiento o mejoramiento del proyecto de inversión, incluyendo cronograma y registro correspondiente.

2.4.1.3 Etapa de cierre

Se deberá detallar las actividades que se van a desarrollar durante la etapa de cierre o abandono del proyecto, se presentarán diagramas de flujo de los requerimientos de maquinarias, equipos, energía, y personal; así como los residuos sólidos, efluentes, emisiones, ruidos, vibraciones radiaciones, entre otros, que se producirán durante esta etapa. Se deberá indicar los programas propuestos para asegurar que el área se restituya a condiciones similares a las que tuvo antes del inicio del proyecto, de ser el caso.

El caso que el proyecto involucre el uso de agua subterránea y/o superficial, y/o vertimiento a cuerpos de agua superficiales, en cada etapa del proyecto se deberá considerar la demanda y disponibilidad de agua, generación de aguas residuales, descripción de la disposición de residuos sólidos, y descripción del almacenamiento de sustancias tóxicas y materiales peligrosos, conforme a la normativa vigente sobre la materia

2.4.2 DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO

Se deberá indicar el tiempo que involucrarán las diferentes etapas del proyecto. Se deberá incluir un cronograma de ejecución de las diferentes etapas de proyecto (planificación, construcción, operación, mantenimiento y cierre).

2.4.3 COSTOS DEL PROYECTO

Se deberá estimar el tiempo de vida útil del proyecto y monto aproximado de inversión.

2.5 COMPONENTES DEL PROYECTO

2.5.1 INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS REQUERIDA POR EL PROYECTO





Se deberá señalar si el lote o terreno donde se desarrollará el proyecto cuenta con los siguientes servicios:

- Abastecimiento de agua potable.
- Sistema de alcantarillado.
- Suministro de energía eléctrica.
- Red de gas.
- Sistema municipal de captación de agua de lluvias.

Si el proyecto no contara con el suministro de estos servicios, indicar si se encargará dicho suministro a terceros.

Se deberá señalar si existen vías de acceso principales o secundarias para llegar hasta el lugar de emplazamiento del proyecto. Indicar si las vías son asfaltadas, afirmadas, etc., así como su estado general de conservación y mantenimiento.

2.5.2 REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Se deberá indicar la cantidad de personal en las diferentes etapas de construcción, operación y cierre, así como los turnos de trabajo.

2.5.3 MATERIAS PRIMAS E INSUMOS QUÍMICOS

Recursos naturales: Se deberá indicar si el proyecto utilizará, dentro de subprocesos y subprocesos, recursos naturales que se encuentran en el área de influencia del mismo. Asimismo, se deberá ubicar la zona de extracción de estos recursos. En el caso de recursos naturales, se deberá adjuntar las autorizaciones, permisos y licencias u otros documentos mediante los cuales las autoridades competentes otorgan dicha autorización.

Materias primas e insumos químicos: Se deberá indicar la procedencia de los materiales e insumos químicos que el proyecto utilizará dentro de sus procesos y subprocesos, así como se deberá señalar la forma como los productos serán transportados, así como la forma de almacenamiento y las medidas establecidas para su manipulación. Se deberán adjuntar las hojas de seguridad de las sustancias químicas y/o potencialmente peligrosas a ser usadas (MSDS), así como se deberá realizar una evaluación de peligrosidad de cada una de las materias primas. En esta etapa necesariamente se deben incluir medidas para el manejo y almacenamiento

2.6 DIAGRAMAS DE FLUJO

Se deberá presentar los diagramas de flujo por proceso, indicando los equipos que se emplearán y las etapas en las cuales se producirán las descargas residuales (líquidos, sólidos, gaseosos), así como los ingresos y salidas por cada etapa y/o fase del proyecto. Asimismo, se deberá el adjuntar el diagrama de flujo, donde se indiquen los ingresos y salidas, así como se indique las características de los equipos y los controles ambientales. Asimismo, deben presentar sus respectivos balances de masa y energía detallado.

2.7 FUENTES DE GENERACIÓN DE DESCARGAS RESIDUALES AL AMBIENTE

Se deberá señalar los caudales de descarga (diario, mensual y anual) de los efluentes líquidos de origen doméstico e industrial. Se deberá indicar las características físicas, químicas y biológicas de estos efluentes, e indicar si son flujos continuos o intermitentes.

2.7.1 EFLUENTES LÍQUIDOS DOMÉSTICOS

Se deberá indicar si los efluentes líquidos tendrán algún tipo de tratamiento (pre-tratamiento, tratamiento primario, secundario o terciario), así como indicar las características técnicas del sistema de tratamiento, y su ubicación en el plano de distribución de los componentes del proyecto.

2.7.2 EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIALES

Se deberá señalar si el vertimiento líquido se realizará a un sistema de alcantarillado o se realizará en algún cuerpo receptor natural (río, lago, laguna, océano, canal de regadío, suelo o subsuelo). Si el vertimiento se realizará en aguas superficiales, se deberá realizar un moldeamiento de evaluación de la dispersión del efluente en el cuerpo receptor, y relacionarlo con los estándares de calidad ambiental (ECA) para aguas, vigente. Asimismo, se deberá indicar si el vertimiento líquido cumplirá con los límites máximos permisibles (LMP) para efluentes, vigente; o los valores máximos



REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 060 – Urbanización Córpac – San Isidro – Lima | T. (511) 616 2222 | produce.gob.pe



admisibles (VMA); según corresponda, así como se deberá proponer el sistema de tratamiento de efluentes líquidos y adjunta el plano de distribución y ubicación de dicho sistema. También, se deberá indicar la frecuencia de descargada diaria, semanal, mensual, con sus respectivos caudales el nivel de toxicidad.

Si se considera el reúso del agua tratada, se deberá estimar los caudales, volúmenes y características del efluente tratado a ser reusado, indicándose las actividades en las cuales se efectuará el reúso.

Se deberá indicar si el proceso utilizará o generará sustancias peligrosas, proyectando cantidades o volúmenes (mensuales o anuales); así como las características de estas sustancias.

2.7.3 EMISIONES ATMOSFÉRICAS POR FUENTE

Se deberá estimar las emisiones de contaminantes atmosféricos, tanto a partir de gases de combustión, como del proceso productivo; que se generarían en las diferentes etapas del proyecto provenientes tanto de fuentes fijas como móviles, incluyendo emisiones difusas (caudales y volúmenes de emisión mensuales y anuales). Se deberá describir las características físicas de cada una de las fuentes de emisión debiéndose indicar la altura y diámetro de la chimenea y los caudales.

Se deberá adjuntar información meteorológica de la zona de emplazamiento del proyecto que permita comportamiento de la pluma de dispersión y evaluar cómo será el grado de dispersión de los contaminantes en el aire, el cual deberá estar sustentado por un modelo de dispersión de emisiones atmosféricas, y así poder realizar la comparación de estos resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aire vigentes. La evaluación deberá incluir todos los contaminantes que serán emitidos durante el desarrollo de las actividades del proyecto y se estima que puedan tener un impacto significativo en el ambiente.

Se deberá precisar los sistemas de tratamiento de contaminantes del aire considerados en el proyecto, en sus diferentes etapas y procesos, referentes a las emisiones atmosféricas debiéndose presentar la memoria descriptiva y la memoria de cálculo para determinar la capacidad de tratamiento de los gases y material particulado, el cual deberá incluir los respectivos balances de materia.

2.7.4 RESIDUOS SÓLIDOS POR FUENTE

Se deberá estimar la cantidad o volumen por tipo de residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto, por tipo de residuos (domésticos, industriales, peligrosos), debiéndose realizar la caracterización de peligrosidad de cada uno de ellos. Se deberá señalar si el proyecto contempla realizar algún tipo de manejo (reciclaje o uso) y tratamiento de los residuos (incineración, auto clavado, etc.); indicando las cantidades o volúmenes a reaprovechar y/o tratar. Igualmente, se deberá indicar donde se prevé realizar la disposición final. Asimismo, se deberá precisar cómo será el manejo y almacenamiento de los residuos sólidos y las medidas que se prevé' implementar para el manejo adecuado.

2.7.5 RUIDOS

Se deberá señalar que equipos o maquinarias y que cuáles procesos o actividades son potenciales generadores de niveles elevados de ruido, debiéndose estimar estos niveles de ruido, y compararse con los Estándares de Calidad Ambiental para ruido vigentes. Asimismo, se deberá indicar que medidas adoptaran para disminuir el nivel de generado en diferentes etapas del proyecto-

Se deberá especificar cualquier otro tipo de residuo o energía contaminante que generará el proyecto.

3. LÍNEA BASE

Deberá comprender el estudio (inventario, evaluación y diagnóstico) de los factores o componentes ambientales (entendidos estos como los componentes físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales), con la finalidad de describir las características ambientales del área del proyecto. La evaluación deberá realizarse en el área geográfica que comprende las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

J

[Handwritten signature]





Se deberá elaborar con información primaria y secundaria (debidamente justificada), y comprender los períodos de lluvia y de estiaje de la zona del proyecto, con el fin de que la información sea representativa.

El estudio de cada factor o componente ambiental deberá contar con sus respectivos mapas en coordenadas UTM y Datum WGS 84, en la cual se muestre los cuerpos de agua, centros poblados y los componentes del proyecto.

Se deberá caracterizar los ecosistemas terrestres incluyendo la identificación y descripción de los hábitats existentes, la determinación de la riqueza, abundancia y diversidad de las especies; la evaluación del estado de conservación de los hábitats existentes; y la identificación de los bienes y servicios eco sistémicos de los hábitats y especies. Se deberá considerar los aspectos o factores que amenazan la conservación de los hábitats.

Se deberá identificar como parte de la línea base los ecosistemas frágiles (humedales, parches de bosque o matorral, lomas o ecosistema de baja resiliencia) existentes en la zona de influencia del proyecto, a fin de establecer medidas de manejo pertinentes.

Se deberá identificar como parte de la línea base las áreas naturales protegidas o zonas de amortiguamiento más cercanas al área del proyecto.

3.1 ÁREA DE INFLUENCIA AMBIENTAL

3.1.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA

Se deberá señalar y delimitar el área de influencia directa que representa el espacio donde podrían manifestarse los impactos sobre los medio físico, biológico y social, que puedan estar asociados con la ejecución del proyecto en sus distintas etapas. El AID deberá considerar, como mínimo, un área de 1 km alrededor del área del proyecto, pudiendo ampliarse de acuerdo al nivel de producción, capacidad instalada, presencia de poblaciones y actividades aledañas, resultados de modelamiento, entre otras consideraciones.

Para el establecimiento del AID se deberá considerar, como mínimo, los siguientes criterios:

- Área de influencia social directa
 - Las poblaciones que podrían resultar impactadas por el proyecto.
 - Las áreas de patrimonio cultural circundantes.
 - Los predios (viviendas, tierras y otros) que puedan ser afectados o beneficiados por las actividades relacionadas al proyecto.
 - Las afectaciones de los recursos naturales empleados como fuente de recursos económicos de la población.
 - Los impactos en las actividades social, económica y cultural de la o las localidades cercanas al proyecto.
- Área de influencia ambiental directa
 - Las zonas más expuestas a los impactos por la ejecución de la obra e instalaciones auxiliares.
 - Las áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
 - Las áreas de conservación regional y privada, si las hubiere; así como sitios de interés como áreas RAMSAR.
 - Las microcuencas atmosféricas y/p hidrológicas que podrían ser afectadas por la dispersión de contaminantes.
 - Los ecosistemas frágiles comprometidos en el modelamiento de dispersión de contaminantes.
 - Otros que se consideren convenientes.

3.1.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA

Se deberá señalar y delimitar el área de influencia indirecta que representa el área o territorio que podría ser afectada por los impactos indirectos del proyecto. Se deberá indicar los criterios seleccionados para el establecimiento y delimitación del AII.

Deberá incluirse un plano o mapa a una escala adecuada que permita visualizar la ubicación del proyecto y sus principales componentes, así como el área de influencia tanto directa como indirecta. Este plano deberá estar en coordenadas UTM datum WGS84.

3.2 LÍNEA BASE FÍSICA

REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 060 – Urbanización Córpac – San Isidro – Lima | T. (511) 616 2222 | produce.gob.pe





Se realizará la descripción del medio físico, en cuanto a sus características y dinámica, incluyendo como mínimo los siguientes aspectos: Meteorología, clima y zonas de vida; geología, geomorfología y sismicidad; hidrografía, hidrología e hidrogeología

Describir los paisajes existentes a partir de las características de la estética visual y el análisis de visibilidad, indicando la metodología de ponderación paisajística a fin de determinar su visibilidad, fragilidad y calidad.

3.2.1 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS

Se describirá el régimen meteorológico, condiciones promedio y picos considerando un periodo mínimo de registro de 01 año, en zonas donde no haya estaciones meteorológicas cercanas; y de los últimos 15 años en zonas donde sí se cuenta con registros meteorológicos.

Estaciones meteorológicas, parámetros medidos, periodos de registro, análisis de la calidad de datos, tomando en cuenta la representatividad y confiabilidad de la información utilizada y otros aspectos relevantes. Incluir mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas.

Clasificación de clima, se deberá considerar la clasificación Thornwaite empleada por el SENAMHI. De acuerdo al alcance del proyecto, se incluirá un análisis de la distribución espacial y temporal de lluvias, mediante isoyetas y análisis de curvas IDF (intensidad, duración y frecuencia); un balance hídrico (con y sin proyecto); la elaboración de isotermas para conocer la variación de la temperatura en forma espacial y ocurrencia de nieve y acumulación.

Temperatura: promedio mensual, anual y valores pico. Precipitación: promedio mensual, anual, valores pico diarios (precipitación máxima en 24 horas), mensuales y anuales; con periodos de retorno para 2 años, 5 años, 10 años, 20 años, 50 años, 100 años y 500 años, de acuerdo a las características y requerimientos del proyecto.

Ocurrencia de sequía y años húmedos (considerar fenómenos: El Niño y La Niña -ENOS- y otros eventos extraordinarios que incrementen la vulnerabilidad del área).

Evaporación potencial según corresponda, utilizando la metodología de Lago y actual. De ser el caso, considerar el promedio mensual, anual, valores picos mensuales y anuales.

Viento, direcciones y velocidad, rosa de viento, promedios mensuales y anuales, valores picos diarios, mensuales, anuales. Humedad relativa considerar el promedio mensual, anual, valores picos mensuales y anuales.

Descripción de las Zonas de Vida dentro de las que se encuentra el proyecto, teniendo como base el Mapa Ecológico del Perú.

3.2.2 ASPECTOS GEOLÓGICO-ESTRUCTURALES

Establecer las características geológicas, tanto local como regional de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran, identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

Caracterización y cartografía de las unidades geomorfológicas, la definición de rangos de pendientes, la identificación de los procesos morfodinámicos activos, inactivos y esperados con incidencia directa o indirecta sobre el proyecto de interés.

Etapas o unidades geomorfológicas con sus características geoambientales del área, enfatizando en los procesos erosivos actuales y potenciales del sector. Planos topográficos y fotografías, donde se encuentren enmarcadas las unidades geomorfológicas.

Se indicará y determinará las características sísmicas de las zonas en donde se encuentra el proyecto, con el objeto de considerarlas en los diseños de los componentes del proyecto.

3.2.3 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

Delimitación de las cuencas y/o sub-cuencas y/o micro-cuencas hidrográficas existentes en el área de estudio. inventario de fuentes de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas, manantiales, bofedales, etc.), de fuentes de aguas subterráneas (acuíferos, reservas de aguas subterráneas); e inventario de infraestructura hidráulica mayor y menor.

Describir las condiciones hidrológicas donde se incluya información que defina el comportamiento hidrológico de la(s) cuenca(s) hidrográfica(s) del área de estudio. Estaciones hidrométricas, pluviométricas y meteorológicas de la zona en estudio y puntos de muestreo, periodo de registro y calidad de datos. Determinar los caudales máximos, medios, mínimos mensuales y los caudales pico de las fuentes que se encuentren dentro del proyecto.





Caracterización hidrogeológica del área de influencia ambiental del proyecto. Inventario de fuentes de agua (pozos, manantiales, entre otros). En caso de proyectos que demanden el uso de agua subterránea y/o generen un impacto ambiental negativo significativo en dicho recurso en términos de variación del nivel freático, se deberá presentar un estudio hidrogeológico de la zona de estudio debiendo contener como mínimo: red de piezómetros, dirección de flujo, parámetros hidrogeológicos del acuífero, modelo hidrogeológico de transporte de contaminantes.

3.2.4 SUELOS, CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LAS TIERRAS Y USO ACTUAL DE LOS SUELOS

Se deberá caracterizar los suelos a nivel de su extensión, distribución y características físico-químico con fines agrícolas e industriales, para conocer su extensión y calidad con fines agrícolas y como cuerpo receptor ex ante, así como para determinar la capacidad agrológica de las tierras.

Estudio a nivel semidetallado o de tercer nivel, de acuerdo a la normativa vigente correspondiente del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), teniendo en cuenta el reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos, aprobado mediante Decreto Supremo N°013-2010-AG.

Se deberá determinar los Grupos, clases y subclases de Tierras según su Capacidad de uso Mayor, según lo establecido en las disposiciones del reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de Uso Mayor del MINAGRI (Decreto Supremo N° 017-2009-AG).

Se utilizará la metodología y las categorías establecidas por la Unión Geográfica Internacional (UGI), con su respectivo mapa a escala 1/10000 a 1/25 000 (idéntica a la del plano de capacidad de uso mayor). Se deberá determinar los Grupos, clases y subclases de Tierras según su Capacidad de uso Mayor, según lo establecido en las disposiciones del reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de Uso Mayor del MINAGRI (Decreto Supremo N° 017-2009-AG).

3.2.5 CALIDAD DE AIRE, SUELO Y AGUA

Se deberá realizar la evaluación de la calidad de aire, agua y suelo, y los resultados ser comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para aire, ruido y agua. Cabe su evaluación se deberá tener en consideración que se deberá evaluar los parámetros que sean típicos de actividad, así como para el caso de los monitoreos de suelos se deberá realizar la evaluación en las zonas expuestas o donde existirá afectación a la calidad del suelo. No obstante, la autoridad podrá solicitar parámetros adicionales si es que estos no han sido considerados. Cabe indicar que el muestreo y análisis de los resultados deberán ser realizados por laboratorios acreditados ante el INACAL.

3.3 LÍNEA BASE BIOLÓGICA

Tener en cuenta que, para ambas temporadas, todos los puntos de evaluación tanto para flora como para fauna, deberán ser los mismos. Para todas las taxas se deberán colocar las coordenadas de evaluación y el esfuerzo de muestreo utilizado, además de los requerimientos específicos por taxa.

3.3.1 ZONAS DE VIDA

Describir los aspectos o factores que pudieran amenazar la conservación de los hábitats o ecosistemas identificados, teniendo en cuenta que un mal manejo y/o un conocimiento deficiente respecto del funcionamiento de los ecosistemas o hábitats de importancia, puede llevar a una pérdida de recursos naturales de gran valor ecológico, económico, social y cultural. Describir la zona de vida según el Sistema de Holdridge.

3.3.2 FLORA Y VEGETACIÓN

3.3.2.1 Puntos de muestreo y unidades de vegetación

Se deberá detallar las formaciones vegetales que se encuentren en el área del (Área de influencia Directa e Indirecta). Estas unidades deberán incluir la zona de cultivos y la zona de ribera de las quebradas secas.

Se podrá utilizar como información base para elaborar el mapa detallado de vegetación el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú (MINAM, 2012). La caracterización de las comunidades vegetales en el área de estudio se debe realizar a través de un mapa de zonas de vida y formaciones vegetales existentes en el área de estudio. Se deberá detallar además en el mapa los transectos de evaluación para el componente de flora.

[Handwritten blue ink scribbles and lines]





J

3.3.2.2 Metodología

Realizar la metodología, basándose en Guía de Inventario de flora y vegetación aprobada por el MINAM en el 2015 (R.M N° 059 – 2015 MINAM) detallando la información registrada (indicar el esfuerzo de muestreo, la ubicación de los transectos o parcelas, identificación de especies en total y por unidad de vegetación, otros). Incluir las coordenadas UTM datum WGS84 de los transectos y/o parcelas de evaluación. La evaluación deberá realizarse en dos estaciones del año (época seca y húmeda). Se deberá incluir las citas bibliográficas correspondientes según la información que se presente en el estudio, respetando los derechos de autoría y al final del estudio presentar las referencias bibliográficas utilizadas, así como las conclusiones por taxa. En anexos se deberán incluir las tablas con las coordenadas de la evaluación de flora además de la galería fotográfica de las formaciones vegetales, especies identificadas y de los especialistas evaluando en campo.

3.3.2.3 Resultados y análisis

La evaluación de campo deberá indicar la composición florística del área de estudio listando las especies identificadas por formación vegetal, dentro del área de influencia del proyecto. Se identificarán las especies endémicas, nativas, exóticas y/o amenazadas (según criterios nacionales e internacionales), económicas, ecológicas y/o socioculturalmente importantes para el país, la región y/o la localidad.

Se incluirá la evaluación de parámetros tales como abundancia relativa de las especies, análisis de diversidad (alfa y beta), así como los cuadros estadísticos e interpretación que lo sustente. (índice de Simpson, Shannon y Wiener, Equidad, Análisis de Similitud, otros)

Se deberá determinar la diversidad de especies, las áreas de mayor sensibilidad ecológica y las especies vegetales clave. Se presentará curvas de acumulación de especies.

Detallar las especies de potencial uso por las comunidades locales.

3.3.3 MAMÍFEROS

3.3.3.1 Puntos de muestreo

Se deberán indicar los puntos de muestreo donde se ha realizado la evaluación de mamíferos, los cuales deben incluir o abarcar todas las unidades de vegetación existentes en la zona de estudio.

3.3.3.2 Metodología

Se deberá describir la metodología empleada para la evaluación de los mamíferos. Tener en cuenta que se deberá hacer una metodología para mamíferos menores terrestres, menores voladores (quirópteros) y mamíferos mayores, teniendo como referencia la Guía de Inventario Fauna silvestre (R.M N°057-2015 MINAM) aprobada por el MINAM. Se deberá indicar la ubicación de los transectos de evaluación, adjuntando las coordenadas UTM datum WGS84. Se incluirá la evaluación de parámetros tales como abundancia relativa de las especies, análisis de diversidad (alfa y beta), así como los cuadros estadísticos e interpretación que lo sustente. (índice de Simpson, Shannon y Wiener, Equidad, Análisis de Similitud, otros). Identificar las áreas de mayor sensibilidad. Se presentará curvas de acumulación de especies.

La evaluación deberá realizarse en dos estaciones del año (época seca y húmeda) y entre una época y otra. Se deberá incluir las citas bibliográficas correspondientes según la información que se presente en el estudio, así como las conclusiones por taxa. En anexos se deberán incluir las tablas con las coordenadas de la evaluación, además de la galería fotográfica de especies identificadas (indicios directos o indirectos) y de los especialistas evaluando en campo.

3.3.3.3 Resultados y análisis

La evaluación de campo deberá indicar la composición de fauna por formación vegetal, listando las especies identificadas en el área de estudio. Se identificarán las especies endémicas, nativas, exóticas y/o amenazadas (según criterios nacionales e internacionales), económicas, ecológicas y/o socioculturalmente importantes para el país, la región y/o la localidad.

Se incluirá la evaluación de parámetros tales como abundancia relativa por formación vegetal y por especie, análisis de diversidad (alfa y beta), así como los cuadros estadísticos e interpretación que lo sustente. (índice de Simpson, Shannon y Wiener, Equidad, Análisis de Similitud, otros)





Se deberá determinar la diversidad de especies, las áreas de mayor sensibilidad ecológica y las especies clave. Se presentará curvas de acumulación de especies para mamíferos mayores y menores. Presentar los resultados de manera independiente, respetando la metodología para mamíferos mayores y menores.

3.3.4 AVES

3.3.4.1 Puntos de muestreo

Se deberán indicar los puntos de muestreo donde se ha realizado la evaluación de aves, los cuales deben incluir o abarcar todas las unidades de vegetación existentes en la zona de estudio.

3.3.4.2 Metodología

Se deberá describir la metodología empleada para la evaluación de las aves (transectos, puntos de conteo, redes de neblina), teniendo como referencia la Guía de Inventario Fauna silvestre (R.M N°057-2015 MINAM) aprobada por el MINAM. Se deberá indicar la ubicación de los puntos de muestreo adjuntando las coordenadas UTM datum WGS84 de los transectos y/o puntos de evaluación.

La evaluación de campo deberá realizarse en dos estaciones del año (época seca y húmeda) y entre una época y otra. Se deberá incluir las citas bibliográficas correspondientes según la información que se presente en el estudio, así como las conclusiones por taxa. En anexos se deberán incluir las tablas con las coordenadas de la evaluación, además de la galería fotográfica de especies identificadas (indicios directos o indirectos) y de los especialistas evaluando en campo.

3.3.4.3 Resultados y análisis

La evaluación de campo deberá indicar la composición de la avifauna, listando las especies que se encuentran en el área de estudio. Se identificará la presencia de especies endémicas, nativas, exóticas y/o amenazadas (según criterios nacionales e internacionales), económicas, ecológicas y/o socioculturalmente importantes para el país, la región y/o la localidad. Se incluirá además las especies migratorias. La discusión de especies de interés especial deberá complementarse con el análisis de EBAs e IBAs.

En cada unidad de muestreo se registrará información adicional para relacionar la presencia de la especie o grupo de especies de aves, a los recursos y características ambientales presentes (i.e. alimento, refugio, áreas de descanso, lugares de anidamiento, entre otros.), los cuales recibirán atención especial en el muestreo. Se deberá determinar la diversidad de especies, los índices de riqueza y abundancia, abundancia relativa de las especies por formación vegetal, análisis de diversidad (alfa y beta), así como los cuadros estadísticos e interpretación que lo sustente. (índice de Simpson, Shannon y Wiener, Equidad, Análisis de Similitud, otros).

3.3.5 REPTILES

3.3.5.1 Sectores de evaluación

Se deberán indicar los puntos de muestreo donde se ha realizado la evaluación de aves, los cuales deben incluir o abarcar todas las unidades de vegetación existentes en la zona de estudio. Estas unidades deberán incluir la zona de cultivos y la zona de ribera de las quebradas secas.

3.3.5.2 Metodología

Se deberá describir la metodología empleada para la evaluación de los reptiles, teniendo como referencia la Guía de Inventario Fauna silvestre (R.M N°057-2015 MINAM) aprobada por el MINAM. Se deberá indicar la ubicación de los puntos de muestreo adjuntando las coordenadas UTM datum WGS84 de los transectos y/o puntos de evaluación. Se deberá usar la técnica de muestreo de búsqueda por encuentro visual mediante transectos (VES).

Se indicará los recursos empleados para la determinación taxonómica de las especies registradas; y los métodos de análisis. La evaluación deberá realizarse en dos estaciones del año (época seca y húmeda) y entre una época y otra. En anexos se deberán incluir las tablas con las coordenadas de la evaluación, además de la galería fotográfica de especies identificadas (indicios directos o indirectos) y de los especialistas evaluando en campo.





J
[Handwritten signature]

3.3.5.3 Resultados y análisis

La evaluación de campo deberá indicar la composición de la herpetofauna listando las especies que se encuentran en el área de estudio. Se identificará la presencia de especies endémicas, nativas, exóticas y/o amenazadas (según criterios nacionales e internacionales), económicas, ecológicas y/o socioculturalmente importantes para el país, la región y/o la localidad. Se deberá determinar la diversidad de especies, los índices de riqueza y abundancia, abundancia relativa de las especies por formación vegetal, análisis de diversidad (alfa y beta), así como los cuadros estadísticos e interpretación que lo sustente. (índice de Simpson, Shannon y Wiener, Equidad, Análisis de Similitud, otros). Se presentará curvas de acumulación de especies.

3.3.6 INSECTOS TERRESTRES

3.3.6.1 Sectores de evaluación

Se deberán indicar los puntos de muestreo donde se ha realizado la evaluación de aves, los cuales deben incluir o abarcar todas las unidades de vegetación existentes en la zona de estudio. Estas unidades deberán incluir la zona de cultivos y la zona de ribera de las quebradas secas.

3.3.6.2 Metodología

Se deberá describir la metodología empleada para la evaluación de los insectos terrestres. Se deberá indicar la ubicación de los puntos de muestreo adjuntando las coordenadas UTM datum WGS84 de los transectos y/o puntos de evaluación. Se deberá usar diversas metodologías que incluyan tanto métodos de captura pasiva (tramos), como de búsqueda activa (Guía de Inventario Fauna silvestre (R.M N°057-2015 MINAM) aprobada por el MINAM)

Se indicará los recursos empleados para la determinación taxonómica de las especies registradas; y los métodos de análisis. La evaluación deberá realizarse en dos estaciones del año (época seca y húmeda) y entre una época y otra. Se deberá incluir las citas bibliográficas correspondientes según la información que se presente en el estudio, así como las conclusiones por taxa. En anexos se deberán incluir las tablas con las coordenadas de la evaluación, además de la galería fotográfica de especies identificadas (indicios directos o indirectos) y de los especialistas evaluando en campo.



3.3.6.3 Resultados y análisis

La evaluación de campo deberá indicar la composición de la fauna de reptiles listando las especies que se encuentran en el área de estudio. Se identificará la presencia de especies endémicas, nativas, exóticas y/o amenazadas (según criterios nacionales e internacionales), económicas, ecológicas y/o socioculturalmente importantes para el país, la región y/o la localidad. Se deberá determinar la diversidad de especies, los índices de riqueza y abundancia, abundancia relativa de las especies por formación vegetal, análisis de diversidad (alfa y beta), así como los cuadros estadísticos e interpretación que lo sustente. (índice de Simpson, Shannon y Wiener, Equidad, Análisis de Similitud, otros). Se presentará curvas de acumulación de especies.

3.4 LINEA BASE SOCIAL

La descripción y caracterización de los aspectos socioeconómicos y cultural de la población ubicada en el área de influencia del proyecto.

3.4.1 ÁREA DE INFLUENCIA SOCIAL

El Área de Influencia Social Directa será definida en la zona geográfica donde se instalará el proyecto, considerando los posibles efectos que la actividad pueda generar en las poblaciones aledañas. Estos efectos pueden ser por la afectación a las actividades productivas, el uso de los terrenos, el movimiento de personas o vehículos, de demanda de servicios, de empleo y actividades relacionadas a las operaciones del proyecto.

3.4.2 MEDIO SOCIAL

El medio social, se deberá contar con la caracterización de las localidades aledañas al proyecto para ello deberán usar las metodologías cuantitativa y cualitativa. La metodología cuantitativa

REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 060 – Urbanización Córpac – San Isidro – Lima | T. (511) 616 2222 | produce.gob.pe



podrá implementarse encuestas o censos dependiendo del número de pobladores en las localidades del área de influencia del proyecto; para el caso de encuestas, la muestra deberá ser estadísticamente significativa. Para la metodología cualitativa se podrá usar entrevistas a profundidad, grupos focales, mapas parlantes, entre otros que se crea conveniente que ayude a comprender los datos cuantitativos.

Elaboración de un diagnóstico socioeconómico y cultural de la población aledaña al proyecto, también consistirá en la identificación de las autoridades políticas por localidad, Instituciones del Estado, Instituciones (redes) de apoyo económico del Estado, Instituciones privadas por localidad, Organizaciones comunitarias, organizaciones de Base por localidad, Mapa de Actores sociales y políticas identificando sus intereses, posición y grado de influencia.

3.4.2.1 Datos demográficos

Población total, distribución de la población por área urbana y rural, por grupos de edad, sexo; parentesco con el jefe de hogar, promedio de hogares, promedio de miembros del hogar, edad promedio y nivel educativo de los jefes de hogar, Inmigración y emigración temporal y permanente.

3.4.2.2 Características de las viviendas y acceso a servicios

Características de las viviendas, tenencia de la vivienda. Materiales de vivienda (por localidad): Techos. Paredes, Pisos. Servicios básicos por localidad: Tipo de abastecimiento de agua, Servicios Higiénicos. Manejo de residuos sólidos, Tipo de alumbrado.

Agua: Instalaciones de tratamiento de agua, Viviendas con instalaciones de agua. Desagüe: Viviendas con instalaciones de desagüe.

Comunicaciones: Disponibilidad de teléfono, internet, tv por cable al interior de los hogares, Principales vías de comunicación de la población (carreteras, caminos, etc.), y medios de comunicación más utilizados.

Electricidad: Viviendas con servicio de electricidad.

3.4.2.3 Salud

Característica de los establecimientos de salud, red de salud a la que pertenecen, nivel del establecimiento de salud, personal que labora, horarios de atención.

Tasa de Médicos por habitante, tasa de promotores de salud por habitante, tasa de camas en establecimientos de salud por habitante, porcentaje de atención prenatal por profesional de salud.

Tasa de morbilidad por grupo de edad y sexo, población infantil y grupos vulnerables, enfermedades frecuentes.

Mortalidad infantil, Mortalidad materna, desnutrición crónica y aguda materna e infantil, Enfermedades transmitidas por el Agua y el Aire, Existencia de metales pesados en la sangre, Incidencia de TBC, paludismo, fiebre amarilla y otras en población infantil y adulta, Casos atendidos y atenciones por tipo establecimiento.

3.4.2.4 Educación

Características de los servicios Educativos Básicos, Nivel Educativo de la Población por sexo de 15 años a más, Instituciones de educación superior y especialidades, Niveles de educación alcanzados (inicial, primaria, secundaria, superior, universitaria), Número de instituciones educativas y niveles de enseñanza, Idioma o Lengua Aprendizaje, Tasa de atraso escolar, Tasa de asistencia escolar, Tasa de deserción, Tasa de alumnos por docente, Tasa de analfabetismo masculino, Tasa de analfabetismo femenino, Nivel educativo jefe de hogar según sexo, Ubicación instituciones Educativas primaria/Secundaria población permanente, Tasa de niño(a)s no matriculados por grupo de edad sexo.

3.4.3 MEDIO ECONOMICO

Características económicas de la población: Actividades económicas y de subsistencia, Población en edad de Trabajar (PET), PEA, Indicadores PEA ocupada, PEA desocupada, No PEA, Distribución de PEA según categorías ocupacionales. Nivel de ingreso de los miembros del hogar, nivel de ingreso del jefe de hogar, gastos mensuales (alimentación, transporte, educación, vestimenta, entre otros) de los miembros del hogar. Descripción de las actividades principales actividades económicas de la población: agropecuaria, piscicultura, minería, entre otras.





Handwritten blue scribbles and a signature-like mark on the left margin.

3.4.4 MEDIO CULTURAL

Se hará una descripción del patrimonio cultural en el área de influencia del proyecto que puede incluir restos y/o áreas de valor o interés arqueológico, histórico, científico, u otras áreas de importancia natural (áreas naturales protegidas) o relacionadas al ser humano. Asimismo, se deberá contar la documentación respectiva, donde se indique en el área no existe restos arqueológicos.

3.4.5 IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS DE INTERÉS

Se deberá realizar la identificación de los Actores Sociales¹, que será el insumo principal para determinar aquellos grupos de interés o *stakeholders* que manifiesten algún tipo de valoración respecto al proyecto y a quienes estarán dirigidos los mecanismos de participación ciudadana.

3.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS DE VULNERABILIDAD Y PELIGROS DE ORIGEN NATURAL Y ANTROPOGÉNICO ASOCIADO AL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.5.1 PELIGROS O AMENAZAS

3.5.1.1 Fenómenos de geodinámica interna

Se deberá incluir un análisis de los factores asociados a la ocurrencia de fenómenos de geodinámica interna que se localizan en el área del proyecto. *Sec.*

3.5.1.2 Fenómenos de geodinámica externa

Se deberá incluir un análisis de los factores asociados a la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa que se localizan en el área del proyecto. Establecer su posible relación con las características de la geomorfología del área. *Ingen.*

3.5.1.3 Fenómenos antrópicos tecnológicos

Se deberá incluir un análisis de las actividades antrópicas con potencial para, reactivar y/o acelerar los procesos naturales que interfieren, y que también originen otros nuevos, que pueden constituirse en peligros o amenazas graves para el medio físico y al mismo hombre.

3.5.2 VULNERABILIDADES

Se deberá incluir una identificación de los aspectos de vulnerabilidad de origen natural y antropogénico asociados con el área de influencia del proyecto. La descripción se deberá presentar de acuerdo a las metodologías y estándares de INDECI. *Sec.*

3.6 ELABORACIÓN DE MAPAS, PLANOS Y OTROS

Se deberá elaborar Mapas con base topográfica de geodinámica externa a escala 1/5 000 a 1/10 000. Elaboración de la cartografía general (mapas de ubicación, temáticos, entre otros); y diagramas relevantes de la línea base relacionada con el proyecto. Diagramas, gráficos y mapas temáticos correspondientes con base topográfica a escala 1/ 5 000 a 1/ 10 000 y a nivel de factibilidad, debidamente geo-referenciados (Datum WGS 84 y Zona respectiva) debidamente suscritos por el profesional especialista colegiado y habilitado.

4. PLAN DE PARTICIPACION CIUDADANA

El titular de la actividad presentó el Plan de Participación Ciudadana (PPC) ha sido elaborado tomando como referencia el Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales aprobada mediante Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM.

El Plan de Participación Ciudadana, propone para la etapa Antes y Durante la Elaboración y Evaluación de los Estudios Ambientales, desarrollar los mecanismos de participación ciudadana siguientes:

Mecanismos Obligatorios

- Talleres Participativos
- Audiencia Pública

Mecanismos Complementarios



¹ Actores sociales es una persona o grupo de personas que pueden tener interés en la realización de un proyecto o disponer de la capacidad para influir en los resultados en forma positiva o negativa



- Encuestas de opinión
- Entrevistas
- Reuniones Informativas
- Afiches Informativos
- Publicaciones en diarios locales de mayor circulación y en el diario El Peruano.

Cada uno de estos mecanismos deberá estar orientado a promover que los actores sociales participen activamente en los diversos espacios donde se brinde información sobre el proyecto y estudio ambiental, en base a estrategias, actividades y herramientas para la socialización de contenidos que se adecúen al público objetivo.

Con la aplicación de estos mecanismos se podrán recopilar percepciones, inquietudes y expectativas de la población, autoridades locales y representantes de instituciones públicas y, por supuesto, propiciar espacios de diálogo entre la empresa y los *stakeholders*, de forma que se prevengan y responda oportunamente ante posibles escenarios de conflictividad social relacionados al proyecto. El titular presentará en el acápite correspondiente del EIA-d, deberá presentar los resultados debidamente sustentados del desarrollo del Plan de Participación Ciudadana, donde se evidencie las estrategias, acciones y mecanismos de involucramiento y participación de las autoridades, población y entidades representativas de la sociedad civil debidamente acreditadas, en las diferentes etapas de elaboración del EIA-d.

Los ítems que incluyen el PPC serán, como mínimo:

- Introducción
- Objetivos
- Ámbito de la Participación Ciudadana
- Actores Sociales identificados en el Área de Influencia
- Mecanismos de Participación Ciudadana
- Responsables del PPC
- Mecanismos de Evaluación y Corrección del PPC
- Registro de Aportes y Resultados de la Participación Ciudadana
- Cronograma de Ejecución de los Mecanismos de Participación Ciudadana

Se debe tener en consideración que la participación ciudadana es un proceso que es transversal a cada una de las etapas del proyecto, por lo que se deben señalar aquellas acciones de participación ciudadana que sean necesarias implementar como parte del plan de vigilancia ambiental.

5. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Para tomar en consideración la identificación y caracterización de los impactos ambientales significativos, en todas las etapas y durante todo el periodo de duración del proyecto. Se deberá considerar en el análisis los riesgos a la salud humana y los riesgos ambientales, en los casos aplicables.

Se deberá identificar, evaluar, valorar, jerarquizar, supervisar y controlar los impactos negativos de carácter significativo, y los riesgos inducidos derivados de la ejecución de las etapas de planificación, construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto; utilizando para ello las metodologías de evaluación aceptadas internacionalmente. Se deberá dar preferencia a métodos cuantitativos debidamente sustentados, considerando:

- a) Se analice la situación ambiental previa en la línea base en comparación con las transformaciones del ambiente esperados.
- b) Se prevengan los impactos directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos, y los riesgos inducidos que se podrían generar sobre los componentes ambientales, del paisaje, sociales y culturales y la salud de las poblaciones.
- c) Se enfatice en la pertinencia de las metodologías usadas en función de: i) la naturaleza de acción emprendida, ii) las variables ambientales afectadas, y iii) las características ambientales del área de influencia involucrada.
- d) Se utilicen variables ambientales representativas para identificar los impactos ambientales, justificando la escala, el nivel de resolución y el volumen de los datos, la replicabilidad de la información mediante el uso de modelos matemáticos adecuados en la determinación de impactos significativos negativos y positivos; y la definición de umbrales de dichos impactos.
- e) Se consideren los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y los Límites Máximos Permisibles (LMP)

REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 060 – Urbanización Córpac – San Isidro – Lima | T. (511) 616 2222 | produce.gob.pe





vigentes; en ausencia de regulación nacional sobre la materia, se deberá emplear estándares de nivel internacional.

Así mismo, la identificación y valoración de los impactos ambientales debe realizarse tomando en cuenta lo siguiente:

- a) El medio físico, que incluye el clima y la estabilidad geomorfológica del suelo, las condiciones geológicas, hidrogeológicas y edafológicas; la generación de niveles de ruido, la presencia y niveles de vibraciones de campos electromagnéticos y de radiación, y el deterioro de la calidad del aire, cantidad y calidad de agua en ríos, lagos, lagunas, mar; ecosistemas y cuencas; calidad y uso actual del suelo y de los recursos naturales.
- b) El medio biológico que incluye la afectación a los ecosistemas y hábitat, su estructura y funciones, aspectos de su resiliencia y continuidad; así como las especies vegetales y animales. Tomando en cuenta las especies y sus relaciones con el ecosistema, así como la vulnerabilidad, endemismo y peligro de extinción de especies de flora y fauna.
- c) El aspecto social, económico y cultural, especialmente de variables que aporten información relevante sobre la calidad de vida de las comunidades afectadas y sobre los sistemas de vida y costumbres de los grupos humanos, poniendo especial énfasis en las comunidades protegidas por leyes especiales.
- d) La inserción en algún plan de ordenamiento territorial o un área bajo protección oficial.
- e) La caracterización del área de influencia en relación a la infraestructura existente, por ejemplo, infraestructura vial, férrea aeroportuaria, y de equipamiento, las áreas de recreación, los espacios urbanos, entre otros.
- f) Potencial de las tierras y uso actual del suelo.
- g) El paisaje y los aspectos turísticos caracterizando las unidades de singularidad o de especial valor.
- h) Aquellos otros aspectos del medio físico, biológico y/o social, que tengan relación directa con el proyecto, los cuales serán determinados por la autoridad competente.

Los impactos ambientales que se identifiquen se deben valorar de los impactos teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Su carácter positivo, negativo neutro, considerando estos últimos como aquellos que se encuentran por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las normas y estándares ambientales.
- b) Su grado de perturbación al ambiente.
- c) Su importancia ambiental (alta, media o baja) desde el punto de vista de los recursos naturales y la calidad ambiental.
- d) Su riesgo de ocurrencia (muy probable o poco probable entendida como la probabilidad que los impactos estén presentes).
- e) Su extensión regional, local o puntual.
- f) Su duración permanente, media o corta a lo largo del tiempo.
- g) Su reversibilidad para volver a las condiciones iniciales, indicando si no requiere ayuda humana, sí requiere ayuda humana, o si se debe generar una nueva condición ambiental.
- h) Las oportunidades para realzar la diversidad biológica por medio de la restauración, recreación o re habilitación de los hábitats naturales afín de obtener el beneficio óptimo.
- i) Se deberá evaluar el impacto ambiental debido a la afectación por la infiltración de los efluentes líquidos al suelo.

6. ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL – PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Se deberá considerar los mecanismos y acciones para la implementación de las actividades y compromisos a los que está obligado a cumplir el titular del proyecto durante su periodo de duración; de conformidad con la Ley N° 27446, y otras normas complementarias aplicables.

El Plan de manejo ambiental, deberá identificar y caracterizar todas las medidas que el titular del proyecto realizará para prevenir, mitigar y/o corregir los impactos ambientales identificados.

6.1 ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS

La Estrategia de Manejo Ambiental debe considerar como mínimo lo siguiente:

- a) Plan de manejo ambiental, deberá identificar y caracterizar todas las medidas que el titular del proyecto realizará para prevenir, mitigar y/o corregir los impactos ambientales identificados. Se describirá el esquema de responsabilidad administrativa de la ejecución del Plan de Manejo



REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 060 – Urbanización Corpac – San Isidro – Lima | T. (511) 616 2222 | produce.gob.pe



Ambiental, así como se deberá incluir un organigrama que describa, gráficamente, las responsabilidades y estructura jerárquica del Plan de Manejo Ambiental.

- **Plan de Manejo Ambiental Durante la Etapa de Construcción:** El Plan de Manejo Ambiental durante la etapa de construcción deberá incluir, entre los más importantes, el programa de mitigación y control de material particulado y gases de combustión, de aguas residuales; de control de ruidos y vibraciones; de protección y manejo de fauna; de prevención, mitigación y control de la contaminación y/o alteración del suelo; de manejo de material excedente; de manejo de combustibles; de control del tránsito vehicular; de operación y mantenimiento de maquinaria pesada; de manejo del material de construcción; y de capacitación en temas ambientales. Se deberá incluir una matriz de compromisos ambientales durante la etapa de construcción.

- **Plan de Manejo Ambiental Durante la Etapa de Operación:** El Plan de Manejo Ambiental durante la etapa de operación deberá incluir, entre los más importantes, el programa de prevención, mitigación y control de emisión y material particulado y gases; de prevención, mitigación y control de agua residual; de prevención, mitigación y control de ruidos y vibraciones; de prevención, mitigación y control de la contaminación del suelo; de manejo y control de combustibles; de manejo y control de sustancias peligrosas; de manejo y control del tránsito vehicular; de operación y mantenimiento de maquinaria pesada; de capacitación en temas ambientales; y de manejo social. Se deberá incluir una matriz de compromisos ambientales durante la etapa de operación.

- **El Plan de Manejo Ambiental durante la Etapa de Cierre:** El Plan de Manejo Ambiental durante la etapa de cierre deberá incluir, entre las más importantes, las medidas para mitigar la falta de empleo por la disminución y/o pérdida de fuentes de trabajo en la etapa de cierre, para mitigar el efecto en la calidad de vida de la población de Chilca por la disminución y/o pérdida de fuentes de trabajo, y las medidas para prevenir y mitigar la alteración de la calidad del suelo y aire y agua por la generación de residuos de limpieza y materiales por la demolición de instalaciones. Se deberá incluir una matriz de compromisos ambientales durante la etapa de cierre.

- b) Plan de vigilancia ambiental, deberá incluir los mecanismos de implementación del sistema de vigilancia ambiental y la asignación de responsabilidades específicas para asegurar el cumplimiento de las medidas contenidas en el Plan de manejo ambiental, considerando la evaluación de su eficiencia y eficacia mediante indicadores de desempeño. Asimismo, el Plan incluirá el Programa de monitoreo ambiental, el cual señalará las acciones de monitoreo para el cumplimiento de los límites máximos permisibles u otros establecidos en las normas nacionales vigentes o normas de nivel internacional.
- c) Plan de comunicación como parte del proceso de participación ciudadana: libro de reclamaciones, oficina permanente de relaciones comunitarias, elaboración y difusión de materiales informativos; entre otros, que estarán presentes durante el tiempo de vida útil del proyecto.
- d) Plan de compensación, debe ser aplicable y en concordancia con lo establecido en la Ley General del Ambiente – Ley N° 28611.
- e) Plan de relaciones comunitarias, deberá considerar las medidas y acciones que desarrollará el titular para, por un lado, para mitigar los impactos sociales generados por el proyecto y por otro para garantizar una relación armoniosa con las comunidades adyacentes a su área de influencia del proyecto, durante las etapas de construcción, operación, mantenimiento y cierre o abandono.
- f) Plan de Manejo de Residuos Sólidos, deberá incluir las diferentes responsabilidades de carácter técnico/operativo, en donde se indicarán las diferentes responsabilidades y se detallan las respectivas acciones que implicara el manejo de los residuos sólidos de los procesos de la empresa, considerando todas las etapas del flujo: generación, segregación, recolección, almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y disposición final. El plan de Manejo de Residuos Sólidos deberá incluir los objetivos, alcances y responsabilidades para cada una de las etapas más importantes del proyecto. El plan de manejo de residuos durante las diferentes etapas del proyecto (construcción, operación y cierre) incluirán la caracterización y clasificación de residuos sólidos, lineamientos para la minimización de residuos sólidos, lineamientos para la segregación de residuos sólidos, describir las zonas de almacenamiento, la recolección interna,





el transporte de residuos sólidos, la disposición final, y la comercialización. El plan incluirá, además, las actividades de capacitación previstas, y de atención en caso de inspecciones.

Plan de contingencias, deberá considerar las medidas para la gestión de riesgos y respuesta a los eventuales accidentes que afecten a la salud, ambiente, e infraestructura, y para las etapas de construcción, operación, mantenimiento y cierre o abandono; asimismo, especifique las acciones y comunicaciones que desarrollará en caso de una emergencia y las acciones para organizar y preparar a la población susceptible de ser afectada para actuar en caso de una emergencia. Asimismo, las acciones para gestionar los riesgos en casos de almacenamiento, uso, transporte y disposición final de sustancias, materiales y residuos peligrosos. El Plan de contingencia deberá incluir el análisis de riesgo respectivo, el cual deberá ser detallado.

- h) Plan de abandono o cierre, deberá contener las acciones a realizar, cuando se termine el proyecto, en cada una de sus etapas, de manera de que el ámbito del proyecto y su área de influencia queden en condiciones similares a las que se tuvo antes del inicio del proyecto. Este plan se ejecutará de acuerdo a las características del proyecto y las disposiciones que determine la autoridad competente.
- i) El cronograma y presupuesto para la implementación de la Estrategia de Manejo Ambiental. Se indicarán los compromisos ambientales señalados en los Planes de Manejo Ambiental, de Manejo de Residuos Sólidos, de Vigilancia Ambiental, de Contingencias, de Abandono o Cierre; entre otros, que se encuentran contemplados en la estrategia de Manejo Ambiental, así como el plazo de ejecución, la frecuencia, la identificación del responsable y los costos asociados. Se describirá el cronograma y presupuesto para la ejecución de la estrategia de manejo ambiental durante la etapa de construcción y operación.
- j) Se deberá incluir un cuadro resumen conteniendo los compromisos ambientales señalados en los planes establecidos en la estrategia de manejo ambiental, así como la identificación del responsable y los costos asociados.

7. VALORACION ECONOMICA

Se deberá efectuar la valoración económica del impacto ambiental, utilizando metodologías aplicables, dentro del ámbito del proyecto y su área.

8. ANEXOS

Se deberá agregar anexos que permitan corroborar la información generada para la realización de actividades y tareas del equipo de profesionales y que está contenida en el EIA-d, como también de otros antecedentes de interés que sean útiles para la comprensión del documento. El titular del proyecto de inversión debe presentar la cartografía del lugar de emplazamiento de la acción señalando el área de influencia, la escala y la simbología adecuada para una correcta interpretación; copia de los resultados de análisis emitidos por el laboratorio; hojas de cálculos realizados, fotografías, videos, entre otros.

5. OPINIONES TÉCNICAS

El Reglamento de la Ley del SEIA en su artículo 8 establece que las Autoridades Competentes podrán requerir cuando corresponda la opinión técnica de otras autoridades con competencia ambientales.

En función a ello se ha determinado que se deberá requerir la opinión técnica, a las siguientes instituciones:

- **Ministerio de Agricultura.** La opinión corresponde en la atención corresponde a un terreno dedicado a la actividad agrícola y que el terreno colinda con otros predios dedicados a la actividad agrícola.
- **Autoridad Nacional del Agua.** El proyecto no considera la capacitación directa de agua de cuerpos superficiales o de agua subterránea y no considera el vertimiento de aguas residuales a un cuerpo de agua continental o marino, ni la inyección al subsuelo, solo considera el reciclado y reuso de agua tratada (industrial y doméstico) para sus diferentes procesos y riego de áreas verdes dentro del predio de ETNA.





6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, presentó la Evaluación los Términos de Referencia para elaboración del Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA-d) del Proyecto "Planta de Neutralización Regenera +" para la producción de ácido sulfúrico a partir de pasivos ambientales mineros, al amparo del nuevo reglamento de gestión ambiental de industria manufacturera y de comercio interno, aprobado mediante Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE.
- De la evaluación de los Términos de Referencia (TDR) del proyecto "Planta de Neutralización Regenera +" de la empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, se tiene que el mismo corresponde a los proyectos de "Plantas Químicas Integradas de producción de sustancias químicas básicas", correspondiendo la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental detallado (EIA-d) de acuerdo a los proyectos que cuentan con clasificación anticipada establecidos en el Anexo II del Reglamento antes citado.
- En tal sentido, luego de la evaluación de los TdR propuestos, se tiene que los mismos se encuentran conformes a la envergadura del proyecto, por lo que la empresa **INSIDEO S.A.C. - INSIDEO**, deberá seguirlos para elaborar su EIA-d.
- Respecto al plan de compensación ambiental, la empresa deberá considerar para su elaboración los Lineamientos para la compensación Ambiental en el marco del SEIA, aprobados mediante Resolución Ministerial N° 398-2014-MINAM, así como la Guía General para el Plan de Compensación Ambiental aprobada mediante Resolución Ministerial N° 066-2016-MINAM.
- Se recomienda remitir el presente informe a la empresa, para los fines pertinentes.

Es cuanto tengo que informar a usted.

Ing. Jonathan Romero Torrejon
Especialista DEAM

Abg. Oscar A.F. Tirado Areñas
Especialista Legal de la DEAM

Ing. J. Daniel Bardaléz Díaz
Coordinador de Evaluación Ambiental

Visto, el Informe N° 309-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI-DEAM, que esta Dirección hace suyo, se dispone remitir a la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria para los fines correspondientes.

RONALD ENRIQUE GRDAYA PANDO
Director
Dirección de Evaluación Ambiental



REOP/jrt

Ministerio de la Producción | Calle Uno Oeste N° 050 – Urbanización Córpac – San Isidro – Lima | T. (511) 616 2222 | produce.gob.pe

Anexo 3: Panel fotográfico



Fotografía 1: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-01

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 2: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-01

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 3: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-02
FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 4: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-02
FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 5: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-03

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 6: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-03

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 7: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-04

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 8: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-04

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 9: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-05
FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 10: Estación de muestreo de calidad de agua superficial AS-05
FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de agua superficial (INSIDEO, 2017).



Fotografía 11: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-02

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 12: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-02

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 13: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-03

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 14: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-03

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 15: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-05

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 16: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-05

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 17: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-06

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 18: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-06

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 19: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-09

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 20: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-09

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 21: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-14

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 22: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-14

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 23: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-16

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 24: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-16

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 25: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-17

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 26: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-17

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 27: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-18

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 28: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-18

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 29: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-20

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 30: Estación de muestreo de calidad de suelos CAL-20

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de suelos (INSIDEO, 2017).



Fotografía 31: Estación de muestreo de calidad de ruido R-01

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de ruido (INSIDEO, 2017).



Fotografía 32: Estación de muestreo de calidad de ruido R-02

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de ruido (INSIDEO, 2017).



Fotografía 33: Estación de muestreo de calidad de aire CA-01

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de aire (CERTIMIN, 2017).



Fotografía 34: Estación de muestreo de calidad de aire CAL-02

FUENTE: Reporte de monitoreo ambiental de calidad de aire (CERTIMIN, 2017).

Anexo 4: Certificado de Acreditación INACAL CERTIMIN S.A.

DCE-AC-305

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

Certificado

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, **OTORGA** la presente Renovación de la Acreditación a:

CERTIMIN S.A.

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-05P-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

Sede Acreditada: Av. Las Vegas N° 845 distrito de San Juan de Miraflores, provincia de Lima y departamento de Lima.

Fecha de Renovación: 02 de mayo de 2015
Fecha de Vencimiento: 02 de mayo de 2019

/ **Augusto Mello Romero**
Director - Dirección de Acreditación

Registro N° LE-022
Fecha de emisión: 07 de setiembre de 2015
DA-acr-01P-02M Ver. 00

DOCUMENTO NO CONTROLADO - fuera del alcance de actualización

Certificado

DCE-AC-305



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

The Management of the National Institute of Quality – INACAL, in the exercise of the attributions granted by Act N° 30224, Act that incorporated INACAL and as set forth in the Regulation for the INACAL Organization and Functions, sanctioned by DS N° 004-2015-PRODUCE and amended by DS N° 008-2015-PRODUCE,

DOES HEREBY GRANT this Renewal to the Accreditation to:

CERTIMIN S.A.

In the capacity of **Testing Laboratory**

Based upon the fulfillment of the requirements set forth in the standard NTP-ISO/IEC 17025:2006 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories for the scope of accreditation included in the form DA-acr-OSP-17F that empower it to issue Assay Reports with Official Value.

Accredited site: Av. Las Vegas N° 845 District of San Juan de Miraflores, Province of Lima, Departament of Lima.

Renewal date: May 02nd, 2015
Expiration date: May 02nd, 2019

Record Number: LE-022
Issue date: December 30th, 2015
DA-acr-01P-02M Ver. 00

Augusto Mello Romero
Director - Accreditation Office