

AUDITORÍA INTEGRAL

MINA DE COBRE PANAMÁ

INFORME FINAL

TOMO 14. RECOMENDACIONES FINALES

Presentado por:
SGS Panamá Control Services Inc.

Presentado a:
MiAmbiente
Ministerio de Ambiente de la República de Panamá

TOMO 14 DE 15
18 de junio de 2026

AUDITORÍA INTEGRAL PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ INFORME FINAL

TOMO 14. Recomendaciones Finales 18 de junio de 2026

Este es un informe oficial de la Auditoría Integral del Proyecto Mina de Cobre Panamá, en adelante EL PROYECTO, que se realiza en cumplimiento de lo dispuesto en el Contrato identificado con el número OAL-DIFOR No 003-2025 entre el Ministerio de Ambiente de Panamá – en adelante MiAmbiente y la empresa SGS Panamá Control Services Inc. en adelante SGS.

INFORMACIÓN GENERAL DEL CONTRATO	
NÚMERO DE CONTRATO	OAL-DIFOR No 003-2025
OBJETO CONTRATO	<p>El objetivo de EL PROYECTO es realizar una verificación de cumplimiento, así como un diagnóstico detallado de la situación actual en términos ambientales, legales, laborales, tributarios, operacionales y de riesgos asociados a EL PROYECTO. Esto incluye una evaluación de los pasivos ambientales a futuro, considerando tanto la legislación y regulación nacional vigente. Se precisará que la auditoría no abordará temas relacionados con arbitrajes en curso, disputas de propiedad u otros aspectos legales que no estén directamente vinculados con el cumplimiento ambiental y operativo de EL PROYECTO. En ese sentido, los objetivos específicos de EL PROYECTO son:</p> <p>A. Revisar los aspectos legales, laborales y tributarios. B. Auditoría de cumplimiento ambiental de los 370 compromisos. C. Evaluar la aplicación de estándares técnicos y operacionales. D. Identificar los riesgos asociados bajo las condiciones actuales de EL PROYECTO y pasivos ambientales a futuro de EL PROYECTO.</p> <p>El Alcance de EL PROYECTO está enfocado en el cumplimiento de los objetivos específicos del mismo.</p>
CONTRATANTE	Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) de Panamá
CONTRATISTA	SGS Panamá Control Services Inc.

Nota: Se entiende como **EL PROYECTO** a la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá operado por Minera Panamá S.A.

TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO	
PLAZO DE EJECUCIÓN Y VIGENCIA CONTRACTUAL	El plazo de ejecución del servicio es de SEIS (6) MESES , contados a partir de la publicación de la orden de proceder a través del portal electrónico "PanamaCompra". Mientras que la vigencia total del contrato es de OCHO (8) MESES , que comprenden los SEIS (6) MESES de ejecución y DOS (2) MESES adicionales para el periodo de liquidación.

INFORMACIÓN SOBRE CALIDAD			
ACTIVIDAD	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORACIÓN	Jhonn Herbert Mosquera Cuadros Director Auditoría Integral		18/06/2026
	Miguel Enrique Gutiérrez Soto Auditor Líder		18/06/2026
REVISIÓN	María Fernanda Macías Directora de Consultoría I&E ENVI COLCAM		18/06/2026

ACERCA DE SGS

SGS (Société Générale de Surveillance, en español, “Sociedad General de Inspección”) es una empresa líder mundial en ensayos, verificación, inspección y certificación.

Reconocida como referencia mundial en calidad e integridad, con 99,600 empleados que trabajan en una red de 2,600 oficinas y laboratorios ubicados alrededor del mundo, en 115 países

Donde quiera que usted se encuentre, sea cual sea su sector, los expertos de SGS en todo el mundo le ofrecen soluciones especializadas para que su negocio sea más ágil, simple y eficiente.

Sostenibilidad

Logros en sostenibilidad de SGS

- ✘ Fue nombrado Líder en su Industria por el Dow Jones Sustainability Index por quinto año consecutivo.
- ✘ Recibió la calificación de oro de EcoVadis por cuarto año consecutivo.
- ✘ Fue incluida en el índice FTSE4Good por segundo año consecutivo.
- ✘ Recibió el premio Robecosam Gold Class Award por su desempeño en sostenibilidad.
- ✘ Fue nombrado Líder del Compromiso con el Proveedor del Carbon Disclosure Project.

Visítanos

www.sgs.com

PREFACIO

La empresa **SGS PANAMA CONTROL SERVICES INC.** resultó seleccionada por el **Ministerio de Ambiente – MiAmbiente, de la República de Panamá**, para prestar el servicio de **Auditoría Integral del Proyecto Mina de Cobre Panamá**. **MiAmbiente** gestionó la contratación bajo criterios de urgencia y especialidad técnica, asegurando la transparencia e idoneidad del adjudicatario. La publicación de la Cotización en Línea (N° 2025-0-27-01-02-CL-001701), se realizó el 14 de agosto de 2025. La recepción de propuestas se realizó entre el 15 y el 19 de agosto de 2025. La apertura del Procedimiento Excepcional (N° 2025-0-27-01-02-PE-000043), para la formalización contractual, se realizó el 20 de agosto de 2025 y el Consejo Económico Nacional (CENA) emitió concepto favorable mediante la nota CENA/286, el 27 de agosto de 2025.

El origen, justificación y necesidad de la **Auditoría Integral del Proyecto Mina de Cobre Panamá**, tras su cese de operaciones en diciembre de 2023, se establece como una herramienta científica para evaluar el cumplimiento de los compromisos técnicos, ambientales, sociales, fiscales y administrativos de EL PROYECTO.

El objetivo de EL PROYECTO es realizar una verificación de cumplimiento, así como un diagnóstico detallado de la situación actual en términos ambientales, legales, operacionales y de riesgos asociados a EL PROYECTO. Esto incluye una evaluación de los pasivos ambientales a futuro, considerando tanto la legislación y regulación nacional vigente. Se precisará que la auditoría no abordará temas relacionados con arbitrajes en curso, disputas de propiedad u otros aspectos legales que no estén directamente vinculados con el cumplimiento ambiental y operativo del Proyecto.

En ese sentido, los objetivos específicos de EL PROYECTO son:

- A. Revisar los aspectos legales, laborales y tributarios.
- B. Auditoría de cumplimiento ambiental.
- C. Evaluar la aplicación de estándares técnicos y operacionales.
- D. Identificar los riesgos asociados bajo las condiciones actuales de EL PROYECTO y los pasivos ambientales a futuro de EL PROYECTO.

Las bases en las que se fundamenta la solicitud del servicio de la **Auditoría Integral del Proyecto Mina de Cobre Panamá** son las siguientes:

- ✘ La **Resolución del Consejo de Gabinete No. 19 fechada el 27 de febrero de 2024**, establece formalmente la necesidad de realizar una Auditoría Ambiental Integral al Proyecto Mina de Cobre Panamá.
- ✘ La **Sentencia de Inconstitucionalidad, correspondiente a la Ley 406 de 2023**, la cual determina que el Estado Panameño, en su rol de administrador del área afectada, tiene la responsabilidad ineludible de garantizar una gestión ambiental segura.
- ✘ La **Complejidad de las Instalaciones** insta a que, dada la extensión y la naturaleza técnica del proyecto, es inviable sustituir la auditoría por evaluaciones simplificadas.

- ✕ El **Cumplimiento Histórico** genera la verificación de la legislación nacional (económica, laboral, ambiental y técnica) por el período comprendido entre los años 2019 y 2023.

MiAmbiente elaboró los **Términos de Referencia - TDRs** del componente ambiental, en cumplimiento del Acuerdo de Escazú y otras normas de transparencia, publicándolos entre el 6 de enero y el 7 de febrero de 2025. El **Ministerio de Comercio e Industrias – MICI**, trabajó desde noviembre de 2024, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo - BID y consultores externos especializados en minería, en la elaboración de los **TDRs**, correspondientes a los componentes fiscal, laboral, legal, de aspectos principales de ESG (Ambiental, Social y de Gobernanza) y técnico-operacional. Ambos conjuntos de **TDRs** fueron consolidados y publicados en “**PanamaCompra**” **Proceso No. 2025-0-27-01-02-PE-000043**, en agosto de 2025, bajo la responsabilidad de **MiAmbiente**.

La elaboración de los **TDRs** fue el resultado de un diagnóstico situacional exhaustivo basado en la identificación de riesgos y la base técnica para la redacción de un informe técnico se integró en los siguientes cuatro componentes:

- Revisar los aspectos legales, laborales y tributarios.
- Auditoría de cumplimiento ambiental de los 370 compromisos.
- Evaluar la aplicación de estándares técnicos y operacionales.
- Identificar los riesgos asociados bajo las condiciones actuales y los pasivos ambientales a futuro.

La formalización definitiva del proceso de contratación se concluyó con los siguientes actos administrativos: **El Refrendo del Contrato: OAL-DIFOR No. 003-2025 por parte de la Contraloría General de la República de Panamá**, se realizó el 7 de octubre de 2025 y el **Orden de Proceder** fue **emitida oficialmente el 8 de octubre de 2025**.

INTRODUCCIÓN GENERAL

Dentro del marco de la **Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá**, ejecutada por **SGS Panamá Control Services Inc. - SGS**, contratada por el **Ministerio de Ambiente – MiAmbiente** de la **República de Panamá** presentamos el **Informe Final** de esta auditoría. Los resultados de esta auditoría, compilados en este **Informe Final**, se presentan en quince (15) tomos que dan cuenta de forma dinámica del trabajo realizado. El presente informe recopila y consolida las actividades de revisión, análisis, evaluación y verificación efectuadas durante los períodos reportados en seis (6) informes de avance mensual presentados al mes de junio 2026, que integran el trabajo multidisciplinario, conforme a los lineamientos establecidos en los **Términos de Referencia** y el alcance definido para el proceso auditor.

La presente **Auditoría Integral** se desarrolló con base en los **Términos de Referencia**, para el periodo 2019 al 2023, que forman parte constitutiva del contrato **OAL-DIFOR No 003-2025** firmado entre **MiAmbiente** de la **República de Panamá** y **SGS** e incorpora los 370 compromisos establecidos en el **Estudio de Impacto Ambiental - EsIA Categoría III**.

En el marco del desarrollo de la **Auditoría Integral**, se revisaron los documentos entregados por la empresa auditada y las entidades del Estado, se realizaron inspecciones de campo y se contrastó la información recibida con las observaciones obtenidas in situ. Estos insumos permitieron la consolidación de la estructura de este **Informe Final de Auditoría**, fortaleciendo la trazabilidad metodológica, la coherencia técnica y la integración multidisciplinaria de los resultados obtenidos a lo largo del proceso auditor.

El **Tomo 01** de la presente **Auditoría Integral** corresponde al **Resumen Ejecutivo**, el cual sintetiza los resultados globales de la auditoría realizada. El **Tomo 02**, son los lineamientos (términos de referencia) que utilizó **SGS** para desarrollar la presente **Auditoría Integral**. El **Tomo 03, Plan de Trabajo**, es la estructuración de la ruta seguida para el cumplimiento del contrato establecido. El **Tomo 04, Metodología de Trabajo**, establece la manera como **SGS** realizó la **Auditoría integral**. El **Tomo 05, Flujograma del Proceso a Auditar Integralmente**, nos muestra el escenario en el que se realizó la **Auditoría Integral**. El **Tomo 06, Gestión de Información**, despliega detalladamente la manera como se manejó la información. El **Tomo 07, Inspección de Campo**, ilustra sobre los recorridos realizados en el **Proyecto Mina de Cobre Panamá**. El **Tomo 08, Escala de Conformidad / Cumplimiento**, presenta la escala utilizada para obtener el resultado ponderado de la **Auditoría Integral** con base a preguntas orientadoras aplicables tanto a los compromisos como a los subprocesos evaluados, así como sus respectivos pesos de valoración, permitiendo la consolidación de las calificaciones definitivas asignadas por los diferentes profesionales auditores que participaron en la presente **Auditoría Integral**. El **Tomo 09, Actividades para dar Cumplimiento a lo Establecido en los Términos de Referencia**, se describen acciones y actividades desarrolladas y orientadas a verificar y garantizar los componentes: (A) Aspectos legales, laborales y tributarios; (B) Auditoría de cumplimiento ambiental; (C) Evaluar la aplicación de estándares técnicos y operacionales; y (D) Identificar los riesgos asociados bajo las condiciones actuales y pasivos ambientales futuros. El **Tomo 10, Compromisos del Estudio de Impacto Ambiental**, se describe la escala de cumplimiento de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental Categoría III y otros instrumentos de gestión aplicables. El **Tomo 11, Identificación de**

Hallazgos Observados, consolida los hallazgos y observaciones identificados durante el desarrollo de la **Auditoría Integral**, bajo un análisis multidisciplinario efectuado sobre los Componentes A, B, C y D, así como su interrelación dentro de los diferentes subprocesos evaluados, con el propósito de proporcionar una visión integral, coherente, trazable e imparcial del desempeño del **Proyecto Mina de Cobre Panamá**. El **Tomo 12, Identificación de Riesgos Asociados Bajo las Condiciones Actuales del Proyecto y Pasivos Ambientales a Futuro del Proyecto Estimados en la Auditoría Integral**, presenta el planteamiento para la identificación de riesgos y pasivos ambientales del **Proyecto Mina de Cobre Panamá**, basado en la información identificada, verificada, analizada, contrastada, validada, observada y evaluada en los informes mensuales de avance. El **Tomo 13, Resultados de la Auditoría Integral**, presenta los resultados de la **Auditoría Integral**. El **Tomo 14, Recomendaciones Finales**, consolida las recomendaciones derivadas del análisis integral desarrollado durante la Auditoría Integral del proyecto Mina de Cobre Panamá, a partir de la evaluación multidisciplinaria de los Componentes A, B, C y D establecidos en los Términos de Referencia. Estas recomendaciones se fundamentan en la interrelación de los hallazgos, observaciones, riesgos identificados y evidenciadas a lo largo del proceso auditor, permitiendo proporcionar una visión sistémica, técnica y trazable orientada al fortalecimiento de la gestión ambiental, operativa, social y administrativa del proyecto, como herramienta de apoyo para la toma de decisiones por parte de la República de Panamá. Finalmente, el **Tomo 15, Anexos**, como su nombre lo indica, corresponde a todos los anexos en los que se soporta la presente Auditoría Integral.

Este enfoque metodológico permitió verificar integralmente el desempeño del proyecto para la toma de decisiones, particularmente en la identificación y evaluación de riesgos, activos y pasivos ambientales futuros, considerando adicionalmente los aspectos legales, laborales, tributarios, técnicos y operacionales aplicables en el ámbito de la República de Panamá, así como las normas y estándares internacionales correspondientes.

SGS integró todas las actividades requeridas para el cumplimiento del servicio de **Auditoría Integral** contratado, conformando un equipo multidisciplinario de profesionales de alto nivel en las diferentes especialidades requeridas para el desarrollo de las actividades definidas. Los profesionales participantes cuentan con experiencia comprobada en sus respectivas áreas de conocimiento, aportando rigurosidad ética, capacidad técnica, experiencia y trazabilidad metodológica al desarrollo de la presente **Auditoría Integral**.

Estructura documental del Informe de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Estructura de gestión documental para la comunicación de la metodología desarrollada en la Auditoría Integral en el tiempo estipulado.

Tomo 01: Resumen Ejecutivo de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 02: Términos de Referencia de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 03: Plan de Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 04: Metodología de Trabajo de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 05: Proceso Auditado Integralmente en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 06: Gestión de Información en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 07: Inspecciones de Campo en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 08: Escala De Conformidad - Cumplimiento en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 09: Actividades para dar Cumplimiento a los Términos de Referencia de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 10: Compromisos Ambientales Derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Examinados en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 11: Identificación de Hallazgos Observados en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 12: Identificación de Riesgos Asociados Bajo las Condiciones Actuales del Proyecto y Pasivos Ambientales a Futuro del Proyecto Estimados en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 13: Resultados de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 14: Recomendaciones Finales de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Tomo 15: Anexos de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

Contratante

Ministerio de Ambiente de la República de Panamá (MiAmbiente).

Contratista (Empresa Auditora)

SGS Panamá Control Services Inc.

Empresa y Proyecto Auditado

Minera Panamá S.A.

Proyecto Mina de Cobre Panamá

El **equipo auditor de SGS** desea expresar su profundo agradecimiento a todas las partes involucradas de esta Auditoría Integral, extendiendo un reconocimiento especial al Gobierno de la República de Panamá y, de manera particular, al Ministerio de Ambiente (MiAmbiente), Ministerio de Trabajo, al Ministerio de Comercio e Industrias y al Ministerio de Economía y Finanzas por su rol activo y su acompañamiento durante el proceso. Valoramos la apertura y el compromiso de las autoridades, de los profesionales de la empresa Minera Panamá y los involucrados, cuya transparencia y disposición al intercambio de información fueron fundamentales para el desarrollo de una auditoría rigurosa. Esta colaboración fortalece los mecanismos de seguimiento, control y fiscalización y asegura que el Proyecto Mina de Cobre Panamá sea evaluado bajo los más altos estándares internacionales de cumplimiento normativo y sostenibilidad ambiental.

Informe oficial de la Auditoría Integral Mina de Cobre Panamá, que se realiza en cumplimiento de lo dispuesto en el **Contrato identificado con el número 003-2025** entre el Ministerio de Ambiente (MiAmbiente) de Panamá y la empresa SGS Panamá Control Services Inc.

Informe Final

Informe Final de la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá.

SGS Panamá Control Services Inc.
Junio, 2026

Instituciones Gubernamentales de la República de Panamá involucradas en la Auditoría Integral (en orden alfabético)

AMP. Autoridad Marítima de la República de Panamá.

ASEP. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos.

DIFOR. Dirección de Forestal (dependencia de MiAmbiente).

DIVEDA. Dirección de Verificación del Desempeño Ambiental (dependencia del MiAmbiente).

DNRM. Dirección Nacional de Recursos Minerales (dependencia del MICI).

MEF. Ministerio de Economía y Finanzas de la República de Panamá.

MICI. Ministerio de Comercio e Industrias de la República de Panamá.

MIDES. Ministerio de Desarrollo Social de la República de Panamá.

MINSA. Ministerio de Salud de la República de Panamá.

MITRADEL. Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral de la República de Panamá.

MOP. Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá.

SINAPROC. Sistema Nacional de Protección Civil.

**Equipo Auditor de SGS en la Auditoría Integral
Proyecto Mina de Cobre Panamá.**

Ing. Jhonn Herbert Mosquera Cuadros

Director Auditoría Integral

Ingeniero Sanitario y Ambiental, Especialista en Gerencia de Proyectos. Mas de 15 años de experiencia profesional.

Ing. Miguel Enrique Gutiérrez Soto

Auditor Líder

Ingeniero de Minas y Metalurgia, MSc Economía de Recursos Minerales, MBA, QP Recursos y Reservas Minerales. Mas de 35 años de experiencia profesional.

C.P. Andy Vanegas S.

Auditor temas legales, laborales y tributarios

Contador Público. Maestría en Tributación y Gestión Fiscal, Maestría en Administración de Negocios con Énfasis en Gerencia Estratégica. Mas de 20 años de experiencia profesional.

Ing. Oscar Fernando Alfonso Zorro

Auditor Especialista en Medio Ambiente

Ingeniero Sanitario y Ambiental, Especialista en Gestión Ambiental. Mas de 15 años de experiencia profesional.

Ing. Andrés Felipe Uribe Santa.

Auditor Especialista en Relaves

Ingeniero civil, Msc. Ingeniería Geotécnica, experto en presas de relaves y depósitos de estériles. Mas de 20 años de experiencia profesional.

Ing. Róger Argel Barrera

Auditor Especialista en Minería

Ingeniero de Minas y Metalurgia, MBA, QP Reservas Minerales, experto en planeamiento minero. Mas de 35 años de experiencia profesional.

Ing. Primitivo Hernández Almanza

Auditor Externo Minería y Procesos

Ingeniero de Minas y Metalurgia, Especialista en Finanzas y Proyectos, Experto en procesos minero, metalúrgicos y ambientales. Mas de 20 años de experiencia profesional.

Profesionales de apoyo SGS

Claudia Marcela Herrera Galvis

Profesional auditoría temas legales, laborales y tributarios.

Abogada, Economista, Especialista en Derecho Minero Petrolero, MBA. Mas de 20 años de experiencia profesional.

C.P Deymilis Bustamante

Profesional auditoría temas legales, laborales y tributarios.

Contadora Pública. Mas de 5 años de experiencia profesional.

Daniel Alberto Arias

Profesional auditoría temas ambientales

Ingeniero Forestal. Mas de 15 años de experiencia profesional.

Daniel Fernando Alarcón

Profesional auditoría temas ambientales

Ingeniero Civil. Mas de 15 años de experiencia profesional.

Carlos Andrés Martínez Pérez

Profesional auditoría temas ambientales

Biólogo. Mas de 15 años de experiencia profesional.

Sandra Carolina Puerto

Profesional auditoría temas ambientales

Agrónoma. Mas de 15 años de experiencia profesional.

David Felipe Beltrán Gómez

Profesional auditoría temas ambientales -
Atmosfera

Ingeniero Químico, Maestría en Gerencia Ambiental, Administración y gestión de empresas. Mas de 15 años de experiencia profesional.

David Eduardo Sánchez

Profesional auditoría temas ambientales -
Conectividad y fragmentación.

Mas de 15 años de experiencia profesional.

Carlos Arturo Dimate

Profesional auditoría temas ambientales

Hidrólogo. Mas de 15 años de experiencia profesional.

Carlos Puerto

Profesional auditoría temas ambientales

Geólogo. Mas de 15 años de experiencia profesional.

Santiago Nicolás Guerrero Rojas

Profesional de estándares técnicos y operacionales

Ing. Metalúrgico. experto verificación y control de procesos minero-metalúrgicos, y desarrollo de pruebas de laboratorio. Mas de 4 años de experiencia profesional.

Paula Andrea Sánchez

Profesional auditoría temas ambientales -
Conectividad y fragmentación.

Ecóloga, Máster en Dirección de Proyectos. Mas de 15 años de experiencia profesional.

John Alexander Sierra Guayara

Profesional auditoría temas ambientales

ingeniero forestal. Mas de 20 años de experiencia profesional.

Lilián Cristina Varón Jaramillo.

Profesional auditoría temas sociales.

Trabajadora Social, Especialista en Gobernanza y Desarrollo Territorial. Mas de 15 años de experiencia en trabajo comunitario a nivel rural y urbano en los ámbitos de infraestructura, conservación y biodiversidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PREFACIO	4
INTRODUCCIÓN GENERAL	6
SIGLAS Y ABREVIATURAS	12
GLOSARIO TÉCNICO DE LA AUDITORÍA INTEGRAL PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ	14
INTRODUCCIÓN DEL TOMO	19
14 RECOMENDACIONES FINALES DE LA AUDITORÍA INTEGRAL	20
14.1 Recomendaciones Componente A	20
14.2 Recomendaciones Componente B	21
14.2.1 AMBIENTE FÍSICO	21
14.2.2 AMBIENTE BIOLÓGICO	29
14.2.3 AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	54
14.3 Recomendaciones Componente C	57
14.3.1 Implementación de Mantenimiento Predictivo Proactivo (Life Safety)	57
14.3.2 Optimización del Sistema de Gestión de Aguas	58
14.3.3 Actualización Dinámica del Plan de Cierre Integrado	58
14.3.4 Fortalecimiento de la Protección Catódica y Trazabilidad de Ductos	58
14.3.5 Cultura de Seguridad	58
14.3.6 Dimensión Técnica y de Integridad de Activos	58
14.3.7 Dimensión Ambiental y Gestión de Recursos	59
14.3.8 Dimensión de Operaciones y Seguridad	59
14.3.9 Dimensión de Cierre y Gobernanza (Estándar ICMM)	59
14.4 Recomendaciones Componente D	60

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Con el objetivo de garantizar una interpretación precisa y uniforme en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá, se presentan a continuación las siglas de instituciones, organismos, sistemas, las abreviaturas de términos, subprocesos operativos, y las unidades de medida estandarizadas conforme al Sistema Internacional de Unidades (SI) y la normativa vigente. Su consulta es esencial para contextualizar las magnitudes y referencias mencionadas a lo largo de este documento.

SIGLAS

AASHTO. American Association of State Highway and Transportation Officials.

AMP. Autoridad Marítima de Panamá

ANAM. Autoridad Nacional del Ambiente

ANATI. Autoridad Nacional de Administración de Tierras

APROLAC. Asociación de productores acuícolas

ARAP. Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá

ASEP. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos

CCDA. Comisión Centroamericana de Medio Ambiente y Desarrollo.

CDA. Canadian Dam Association.

CFI. Se refiere a los estándares y lineamientos establecidos por la International Finance Corporation.

CIDH. Comisión Interamericana de Derechos Humanos.

CIFCO. Comisión Interinstitucional Fiscalizadora del Cierre Ordenado de la Mina Cobre.

CITES. Convenio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna.

CSJ. Corte Suprema de Justicia de la República de Panamá.

COBIT. Control Objectives for Information and Related Technologies

DIASP. Dirección Institucional en Asuntos de Seguridad Pública.

DNRM. Dirección Nacional de Recursos Minerales.

DONLAC. Asociación de productores de verduras.

FMAM. Fondo Mundial para el Medio Ambiente.

FQML. First Quantum Minerals Ltd.

INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censo.

ISACA. Marco de Gobernanza de TI.

ISO. Organización Internacional de Normalización (*International Organization for Standardization*)

Marco COSO. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission

MARPOL. Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación marina por los Buques.

MiAmbiente. Ministerio de Ambiente.

MICI. Ministerio de Comercio e Industrias

MICSA. Mantenimiento Industrial y de Carreteras, S. A.

MINSAL. Ministerio de Salud.

MITRADEL. Ministerio de Trabajo y desarrollo Laboral.

MOBOT. Jardín Botánico de Missouri Botanical Garden.

MOP. Ministerio de Obras Públicas.

MPSA. Minera Panamá, S. A.

MSHA. (Mine Safety and Health Administration).

OIEA. Organismo Internacional de Energía Atómica.

PNUD. Programa de Las Naciones Unidas.

SENAN. Servicio Nacional Aeronaval.

SICAP. Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas.

SOMASPA. Sociedad Mastozoológica de Panamá.

SGS. Société Générale de Surveillance (Sociedad General de Inspección).

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

USAID. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

UTRAMIPA. Unión de Trabajadores de Minera Panamá.

USACE. US Army Corps of Engineers.

ABREVIATURAS

AAE. Área de Aves Endémicas.	IRF. Instalación de recolección de filtraciones
AIA. Áreas Importantes para Aves.	KPI. Indicadores de desempeño (
AMC. Altura de manejo de crecida	LAI. Límites de almacenamiento por inundación.
ANFO / NAAC. Nitrato de Amonio y Aceite Combustible.	LM. Lixiviado de metales.
CBMAP. Corredor Biológico Mesoamericano del Atlántico Panameño.	LV. Vehículo liviano.
CEMS. Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones.	MSA. Área de Servicios de mina/talleres
CRM. Programa de Gestión de Relaciones con Clientes (Customer Relationship Management).	PAMBL. Pila de acopio de mineral de baja ley.
CuCon. Concentrado de Cobre.	PAMML. Pila de acopio de mineral de mediana ley.
DAR. Drenaje ácido de roca.	PDP. Código de Punto de Presencia de buques en puertos.
DARE. Depósito de almacenamiento de roca estéril.	PDT. Plan de Trabajo.
EER. Evaluación Ecológica Rápida.	PGS. Plan de Preservación y Gestión Segura (Cuido y Mantenimiento) de la Mina Cobre Panamá.
EFO. Especificación del fabricante original.	PRIT. Puerto Internacional de Punta Rincón.
EIA. Estudio de Impacto Ambiental.	RAPIDA. Metodología de gestión de información.
EsIA. Estudio de Impacto Ambiental Categoría III aprobado.	SIPE. Sistema de Ingresos y Prestaciones Económicas (plataforma digital de la Caja de Seguro Social - CSS).
ICA. Instalaciones de recolección de arena.	SINAPROC. Sistema Nacional de Protección Civil.
ICR. Indicadores claves de rendimiento o KPI.	SMS. Sistema de Manejo de Seguridad Industrial.
IMR. Instalación de Manejo de Relaves.	TDRs: Términos de Referencia
	UDC. Unidad dosificadora de cal.

UNIDADES

Km. Kilometro (1,000 m)	t/h. Toneladas por hora
m. metro	
m². Metro cuadrado	m³/h. metro cúbico por hora
ha. Hectárea (10,000 m ²)	
t. Tonelada (1,000 Kg)	A. Amperio
Kg. Kilogramo (1,000 g)	V. Voltio
g. gramo	W. Vatio
ozt. onza troy (31.1034768 g)	
s. segundo	l. litro
min. minuto	m³. metro cúbico
h. hora	°C. Grado Celsius.
%. Porcentaje	

GLOSARIO TÉCNICO DE LA AUDITORÍA INTEGRAL PROYECTO MINA DE COBRE PANAMÁ

Con el objetivo de garantizar una interpretación precisa y uniforme en la Auditoría Integral Proyecto Mina de Cobre Panamá, se detalla a continuación el glosario de la terminología técnica empleada. Su consulta es esencial para contextualizar las magnitudes y referencias mencionadas a lo largo del documento.

Agua de Contacto. Es agua natural (lluvia, superficial o subterránea) que entra en contacto con rocas, minerales o residuos mineros (relaves, escombreras) o instalaciones, afectando su calidad.

ANFO. Es una sustancia explosiva más popular y económico en minería, una mezcla de nitrato de amonio poroso y combustible (diésel) para voladuras en seco, usado en minería a cielo abierto y subterránea para perforaciones, destacando por su bajo costo y seguridad.

Asentamiento. Es el movimiento descendente del suelo causado por la compactación, reacomodo de partículas o vaciado subterráneo (como en minas abandonadas) debido a las cargas de la mina y las actividades mineras, resultando en hundimientos, grietas o deformaciones en la superficie, lo que exige monitoreo para prevenir daños estructurales y colapsos.

Auditoría Ambiental. ¹ Herramienta de gestión que consiste en la verificación del cumplimiento, por parte del titular de derechos mineros o de un proyecto, de las medidas ambientales propuestas en el plan de manejo y de las obligaciones establecidas en la normatividad vigente.

² Proceso sistemático de evaluación de una actividad, obra o proyecto, para determinar sus impactos en el ambiente; comparar el grado de cumplimiento de las normas ambientales y determinar criterios de aplicación de la legislación ambiental. Puede ser obligatoria o voluntaria, según lo establezca la reglamentación.

Auditoría minera externa. Proceso por medio del cual profesionales y firmas de reconocida y comprobada idoneidad en el establecimiento y desarrollo de proyectos mineros, podrán, previamente autorizados por la autoridad minera contratante y a petición y costa del titular minero, evaluar los estudios técnicos por él presentados, para dar cuenta de la forma como se ejecutan las obras y labores del proyecto minero y de cómo da cumplimiento a sus obligaciones. Dichos profesionales y firmas serán sólo auxiliares de la autoridad minera, que para estos efectos conservará su autonomía y facultad decisoria.

Balance hidrológico. Es el análisis del equilibrio entre las entradas (precipitación) y salidas (evapotranspiración, escorrentía, infiltración) de agua en un sistema (una cuenca, un lago, el cuerpo humano) durante un período de tiempo, fundamental para la gestión de recursos hídricos, prediciendo disponibilidad y demanda.

Botadero. Es una acumulación o depósito de materiales rocosos (estériles o desmonte) que no tienen valor económico o son de baja ley, generados durante la extracción del mineral principal.

Box Culvert o Alcantarilla tipo cajón. Estructura hidráulica de sección rectangular construida en concreto reforzado, utilizada para conducir agua bajo carreteras, vías férreas o accesos mineros. Su función principal es permitir el paso de corrientes de agua, drenajes pluviales o caudales controlados sin interrumpir la infraestructura superficial.

Box Cutting o Corte de cajón o Corte inicial de acceso. Se refiere a la excavación inicial rectangular o en forma de cajón que se realiza en el terreno para dar acceso al yacimiento y preparar la zona donde se instalarán estructuras o equipos pesados, como trituradoras, rampas o accesos principales. Es el primer corte que abre el camino hacia el desarrollo de un tajo o mina a cielo abierto.

Bunker de densímetros. Es una estructura de almacenamiento segura, usualmente de concreto y señalizada con símbolos radiactivos, diseñada para guardar de forma segura los densímetros nucleares (equipos que miden densidad del suelo y pavimentos) cuando no están en uso, protegiendo al personal y al medio ambiente de la fuente radiactiva que contienen, cumpliendo normativas estrictas de seguridad y acceso.

Cartografía. Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su elaboración. En minería, se refiere al conjunto de planos resultado de la obtención de datos topográficos, geológicos, estructurales,

geoquímicos, geofísicos, entre otros, que permiten una interpretación gráfica del suelo y el subsuelo.

Celdas de asentamiento (o de deformación). Son instrumentación geotécnica crucial para medir el movimiento vertical (asentamiento o levantamiento) en el suelo, rellenos de roca y presas de relaves, monitoreando la estabilidad estructural y del terreno mediante un transductor de presión conectado a un reservorio de líquido en un punto estable, lo que permite controlar desplazamientos peligrosos y asegurar la seguridad de la operación minera

Depósito de Núcleos (Litoteca). Se refiere al proceso de almacenar y gestionar las muestras cilíndricas de roca (los "núcleos") extraídas durante la perforación exploratoria, cruciales para entender el subsuelo, determinar la viabilidad de un yacimiento, y guardar testigos para análisis futuros, con su organización, logueo y almacenamiento en cajas de núcleo para preservar su información geológica.

Descapote (Prestripping). En minería a cielo abierto, etapa en la cual se remueve la capa vegetal, el suelo o el "estéril" (mineral o roca que no representa beneficio económico para la empresa minera) que cubre un yacimiento, para dejar descubierto el mineral de interés económico. El material del descapote debe ser dispuesto adecuadamente para su posterior reutilización en procesos de restauración o recuperación ambiental.

Erosión. ¹Fenómeno de descomposición y desintegración de materiales de la corteza terrestre por acciones mecánicas o químicas.

²Pérdida física de suelo transportado por el agua o por el viento, causada principalmente por deforestación, laboreo del suelo en zonas no adecuadas, en momentos no oportunos, con las herramientas impropias o utilizadas en exceso, especialmente en zonas de ladera, con impactos adversos tan importantes sobre el recurso como la pérdida de la capa o del horizonte superficial con sus contenidos y calidades de materiales orgánicos, fuente de nutrientes y cementantes que mantienen una buena estructura y, por lo tanto, un buen paso del agua y el aire.

³Conjunto de procesos externos (exógenos) que mediante acciones físicas y químicas (como agua, hielo, viento), degradan las formas creadas por los procesos endógenos.

Espesador Bulk o Espesador de pulpa a granel. Equipo de gran capacidad utilizado en plantas de procesamiento minero para concentrar sólidos suspendidos en pulpas (mezcla de agua y mineral triturado), separando el líquido claro de la fracción

sólida. El espesador bulk recibe grandes volúmenes de pulpa y reduce su contenido de agua, generando un flujo más denso que puede ser bombeado o dispuesto de manera más eficiente.

Estándares MARPOL. Conjunto de estándares ambientales internacionales que buscan prevenir la contaminación marina causada por las operaciones de los buques. Fue aprobado en 1973 y modificado por protocolos posteriores (1978 y 1997). Entró en vigor en 1983 y hoy es uno de los convenios más importantes de la Organización Marítima Internacional (OMI).

Estudio Isocinético. Se refiere principalmente al muestreo isocinético de material particulado en chimeneas de procesos mineros (como fundiciones, plantas de procesamiento) para medir contaminantes como polvo y gases.

Galera. Se refiere a una estructura amplia y techada, generalmente de construcción sencilla, utilizada como bodega, almacén, taller o espacio de trabajo. Es un término muy común en el ámbito industrial, comercial y rural para designar edificaciones destinadas al resguardo de mercancías, maquinaria o actividades productivas.

Gape o Abertura de alimentación o Boca de entrada. Se refiere a la distancia máxima entre las mandíbulas de una trituradora primaria en su posición más abierta, es decir, el tamaño máximo de la abertura de alimentación por donde ingresan los bloques de roca.

Georradar. Es una técnica no invasiva que usa ondas electromagnéticas para "ver" el subsuelo, mapeando capas del suelo, detectando objetos enterrados (tuberías, cables, cimentaciones) y analizando propiedades como el nivel freático y la permeabilidad.

Gold Room o Sala de Recuperación de Oro. Es el área especializada dentro de una planta de procesamiento donde se realizan las etapas finales de recuperación del oro, fundiendo los concentrados o precipitados (como el cemento Merrill-Crowe) para obtener barras doradas (doré) de alta pureza, involucrando procesos como filtrado, secado, fundición en retortas u hornos, y el manejo seguro de mercurio y fundentes, siendo crucial para la obtención del producto final antes de su refinación.

Huella del Proyecto. Medición integral del impacto ambiental y social que un proyecto genera a lo largo de su ciclo de vida, cuantificando el consumo de recursos (agua, energía) y la generación de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), usualmente expresada en

términos de huella de carbono o huella ecológica, para guiar decisiones sostenibles y mejorar su desempeño ambiental y social.

Inclinómetro. Es una herramienta geotécnica esencial para monitorear la estabilidad del terreno y las estructuras como taludes, presas de relaves y excavaciones, detectando movimientos laterales y deformaciones del suelo con alta precisión, lo que previene deslizamientos y fallas mediante la instalación de tubos ranurados que guían una sonda para medir cambios de inclinación a lo largo del tiempo, asegurando la seguridad operativa.

Intake o Captación o Toma de agua. Infraestructura hidráulica destinada a recibir y conducir agua desde una fuente externa (río, lago, mar, embalse) hacia la planta termoeléctrica. En este caso, se trata de la toma de aguas de refrigeración, es decir, el lugar donde se extrae el agua necesaria para enfriar los sistemas de generación eléctrica.

Life of Mine o Vida Útil de la Mina. Se refiere al periodo total de tiempo durante el cual se espera que una mina esté en operación, desde el inicio de la extracción hasta el agotamiento económico de las reservas. Incluye todas las fases: construcción, producción, procesamiento, y cierre o rehabilitación.

London Metal Exchange (LME). Es la principal bolsa de metales del mundo, especializada en contratos de futuros y opciones sobre metales industriales y preciosos.

Low-Grade. Se refiere a un mineral que tiene una concentración muy baja del metal o mineral valioso, por debajo del umbral de rentabilidad (ley de corte), lo que lo hace menos económico de procesar, pero necesario de explotar a medida que las leyes altas se agotan.

Material No Generador de Ácido con Azufre Medio (Non Acid Generating – Medium Sulphur). Material con contenido moderado de azufre, pero aún clasificado como no generador de ácido porque su capacidad de neutralización supera el potencial de acidificación. Se maneja con más cuidado que el NAGLS, pero sigue siendo apto para disposición en rehabilitación.

Material No Generador de Ácido (NAG). Clasificación aplicada a materiales de mina (roca estéril, relaves, suelos) que no tienen potencial de generar drenaje ácido de mina (AMD o DAM), porque su contenido de azufre y minerales sulfídicos es bajo o está neutralizado por carbonatos.

Material No Generador de Ácido con Bajo Azufre (Non Acid Generating – Low Sulphur). Material competente con contenido muy bajo de azufre total, considerado seguro para disposición en pilas o para uso en rehabilitación de taludes y rellenos.

Mid-Grade. Se refiere a la concentración de mineral que no es ni muy alta (alto grado) ni muy baja (bajo grado), siendo un punto intermedio en la calidad del yacimiento, y se relaciona con la "ley" o "ley de corte" (cut-off grade), que es el nivel mínimo de mineral necesario para que la extracción sea económicamente viable.

Molino SAG. Es un gran molino rotatorio que reduce el tamaño de las rocas de mineral usando su propio volumen (mineral grande como medio de molienda) y una carga menor de bolas de acero, combinando funciones de trituración y molienda para simplificar el proceso minero, permitiendo a menudo saltarse etapas intermedias de trituración y preparar el mineral directamente para la flotación o procesamiento final.

Overtopping o Rebosamiento o Sobrepaso de la presa o estructura. Se refiere al paso no controlado de agua por encima de una presa, dique o estructura hidráulica, cuando el nivel del agua supera la altura de coronación. Es una de las condiciones más críticas de emergencia porque puede provocar erosión, inestabilidad y falla estructural.

Plan de Acción de la Biodiversidad. Instrumento de gestión ambiental aprobado como parte del Estudio de Impacto Ambiental de proyectos mineros en Panamá. El PAB establece compromisos de mitigación, compensación y conservación de la biodiversidad, incluyendo programas de investigación científica, monitoreo de especies, restauración de hábitats y protección de áreas sensibles.

Plan de Cumplimiento (Plan de Compliance). Es un sistema integral de políticas, procesos y controles para asegurar que una empresa minera cumple con leyes, regulaciones ambientales, éticas y sociales, no solo para evitar sanciones, sino para gestionar riesgos, mejorar reputación, fomentar la sostenibilidad y asegurar el cierre de minas, cubriendo áreas como anticorrupción, derechos humanos, gestión de residuos, y adaptación al cambio climático, a lo largo de todo el ciclo minero.

Plan Minero o Planeamiento Minero. Es el prediseño de la distribución detallada, principales carreteras y vías, y frentes de trabajo de una mina o un grupo de minas. El esquema usualmente incluye la introducción de equipo minero para las

actividades de minería y transporte del mineral explotado. La selección de métodos y maquinaria minera apropiadamente adaptados a las condiciones locales son parte del plan minero. Puede ser de largo plazo, que considera un período de 10 a 20 o más años, o de corto plazo que comprende todos los detalles operacionales sobre la base de tiempo real; identifica la secuencia de extracción, los materiales requeridos, el personal de la mina y demás recursos relevantes; identifica los programas básicos para el desarrollo de la mina y las metas de producción. Es un elemento integral del programa de operaciones y le permite al minero optimizar su explotación y es actualizado y mejorado según sus necesidades.

Planta de Ciclones - IMR (Instalación de Manejo de Relaves). Se utiliza como parte clave para clasificar los relaves (material residual) en arenas gruesas y finas, donde las gruesas refuerzan la presa de relaves (dique) y las finas van al depósito, optimizando el uso del agua y la estabilidad del embalse, esencial para la gestión ambiental y la sostenibilidad de la mina.

Polvorín. ¹Almacén usado exclusivamente para guardar explosivos.

²Construcción o edificio que cumple con las normas técnicas y de seguridad emanadas de una entidad competente en el tema de manejo de explosivos y que es utilizado para el almacenamiento permanente o transitorio de explosivos.

Poza. Se refiere a una estructura o área de acumulación de agua que puede ser natural o construida artificialmente dentro de una operación minera. Se emplea para almacenar agua de procesos, escorrentías, aguas residuales o de lluvia, y suele estar asociada a sistemas de manejo ambiental y de seguridad hídrica.

Práctico. Profesionales altamente especializados que tienen la responsabilidad de guiar y maniobrar los buques que transitan por el Canal de Panamá, asegurando que las naves crucen de manera segura y eficiente. Cada buque que entra al Canal debe llevar a bordo a uno o más prácticos, quienes asumen el control de la navegación durante todo el tránsito.

Procesamiento de minerales. Conjunto de operaciones y procesos a los cuales se somete un mineral con el fin de separar sus compuestos o elementos de valor económico.

Push Back. Se refiere a la remoción adicional de material en un talud o banco existente, con el fin de reconfigurar la geometría de la mina y garantizar la estabilidad geotécnica. Es una medida preventiva

que implica excavar más hacia atrás en el talud para reducir riesgos de deslizamientos, mejorar la seguridad del personal y asegurar la continuidad de la operación.

Reforestación. Plantación de bosques en tierras donde históricamente habían existido, pero que sufrieron un cambio en su uso.

Regalía. Compensación por el uso de la propiedad ajena basada sobre un porcentaje acordado de los ingresos resultantes de su uso. Generalmente, las regalías se asocian con la actividad extractiva de un recurso natural no renovable de propiedad estatal.

Relavera o Presa de Relaves. Es una infraestructura diseñada para almacenar los residuos (relaves) que quedan después de extraer minerales valiosos de la roca, consistiendo en una mezcla de roca molida y agua dispuesto en un sitio que permita su manejo y estabilidad.

Riprap o Enrocado o Revestimiento con escollera. Consiste en la colocación de bloques de roca o piedras grandes sobre una superficie expuesta (taludes, márgenes de ríos, costas, presas, canales) para protegerla contra la erosión causada por agua, oleaje o escorrentía.

Safety. Se utiliza para designar el conjunto de políticas, procedimientos y prácticas orientadas a proteger la vida, la salud y la integridad física de los trabajadores, contratistas y comunidades vinculadas a la operación minera. Incluye la prevención de accidentes, el control de riesgos laborales y la promoción de ambientes de trabajo seguros.

Saprolito. Nombre general dado a la roca descompuesta, pero no transportada, la mayoría de las veces las estructuras están bien preservadas y frecuentemente cubiertas por un horizonte endurecido. Puede ser sinónimo de suelo residual.

Scrubber. Es un lavador de gases húmedo o seco que elimina contaminantes (como SO_x, NO_x, partículas) de los gases de combustión antes de liberarlos a la atmósfera, usando un líquido absorbente (agua, cal, sosa cáustica) o un reactivo seco para reaccionar químicamente con las emisiones nocivas y cumplir con las regulaciones ambientales, transformando contaminantes en subproductos menos dañinos

Secuencia Minera o Secuenciamiento Minero. Orden planificado en el que se extraen las zonas del mineral de interés con el fin de optimizar su contenido mineral, el flujo de caja, la seguridad de la operación y la estabilidad de la mina.

Sedimentación. Es la separación de partículas sólidas en suspensión de un líquido; se realiza por asentamiento gravitacional. En geología, es el proceso por medio del cual se depositan los sedimentos.

Shapefile. Es un formato de archivo vectorial para almacenar datos geográficos (puntos, líneas, polígonos) y sus atributos, funcionando como un estándar para Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se compone de un conjunto de archivos relacionados (mínimo .shp, .shx, .dbf) que, juntos, definen la geometría y la información descriptiva de elementos como ríos, carreteras o límites de uso de suelo.

SharePoint. Es una plataforma de colaboración de Microsoft 365 que permite a las organizaciones crear sitios web seguros para almacenar, organizar y compartir información, documentos y recursos desde cualquier dispositivo. Funciona como un portal centralizado para la comunicación interna, la gestión de proyectos y la automatización de flujos de trabajo, permitiendo trabajar en equipo en tiempo real y controlar el acceso a la información.

Sistema de Dewatering. Es un conjunto de técnicas y equipos para extraer y controlar el agua subterránea o superficial que inunda las operaciones mineras (tajos abiertos, túneles), esencial para la seguridad y viabilidad, usando bombas, pozos, filtros y sistemas de monitoreo para bajar el nivel freático, estabilizar excavaciones y gestionar caudales grandes, a menudo de forma automatizada para controlar riesgos y mejorar eficiencia.

Stockpile o Pila de Almacenamiento o Acopio. Es una acumulación controlada de material mineral o estéril que se deposita en superficie para su almacenamiento temporal, clasificación o posterior procesamiento. Se trata de montones organizados de mineral extraído que aún no ha ingresado al circuito de trituración o beneficio. Puede ser de mineral de interés en diferentes calidades o leyes, así como de estéril con material sin valor económico acumulado para disposición o uso secundario.

Sumidero. Es una excavación en una mina que recoge y almacena temporalmente el agua subterránea o de lluvia para luego ser evacuada por bombeo.

Superficie de Rodadura. Se refiere a los caminos o carpetas de rodado construidos para el tránsito de camiones de alto tonelaje, diseñados para ser duraderos y eficientes, controlando agua y polvo, con materiales como agregados granulares y

tratamientos bituminosos, y considerando pendientes para la seguridad y el rendimiento de los vehículos mineros.

Switchyard (Patio de Maniobras Eléctricas). Es una subestación especializada que controla, distribuye y protege la energía eléctrica de alto voltaje, vital para alimentar maquinaria pesada (camiones, palas, perforadoras), sistemas de ventilación y transporte, permitiendo la conmutación y transformación de voltajes para el consumo seguro en la mina, asegurando la continuidad operativa y la seguridad del personal.

Tajo minero. Es una excavación en la superficie terrestre, también denominada mina a cielo abierto o en inglés Open Pit o Pit, donde se extrae mineral, creando un cráter con bancos escalonados para acceder al yacimiento y permitir la circulación de maquinaria pesada, utilizando voladuras para fragmentar la roca y camiones para transportar el material.

Transmittal o transmisión/remisión. Es un documento formal que registra y acompaña el envío de información importante (planos, informes, especificaciones) entre partes en un proyecto, especialmente en la construcción, para asegurar que todos estén informados, proporcionar un registro para auditorías y controlar versiones, detallando qué se envió, a quién, cuándo y con qué propósito, mediante plataformas digitales o correo.

Túnel de decantación. Se refiere a una estructura subterránea (un túnel o galería) diseñada para el tratamiento de aguas residuales mineras, permitiendo que los sólidos se asienten (decanten) por gravedad en el fondo, separándose del agua clarificada para su reutilización o descarga, a menudo usando agentes químicos como cal para precipitar metales pesados y lograr una separación más eficiente.

INTRODUCCIÓN DEL TOMO

Este Tomo 14 corresponde a las Recomendaciones Finales derivadas de la Auditoría Integral del Proyecto Mina de Cobre Panamá. En este documento se consolidan las recomendaciones formuladas a partir de los resultados obtenidos durante el proceso auditor, garantizando su trazabilidad respecto de los hallazgos, observaciones, riesgos identificados y oportunidades de mejora evidenciadas en los diferentes componentes evaluados. Estas recomendaciones se orientan al fortalecimiento de la gestión ambiental, social, operativa y administrativa del proyecto, proporcionando elementos de análisis y apoyo para la toma de decisiones.

Las recomendaciones aquí presentadas se fundamentan en la evaluación integral de los Componentes A, B, C y D establecidos en los Términos de Referencia, incorporando el análisis multidisciplinario desarrollado por el equipo auditor a partir de la información recopilada, verificada, analizada, contrastada, validada y evaluada durante la ejecución de la Auditoría Integral. Este enfoque permite abordar de manera articulada las dimensiones físico-ambientales, biológicas, socioeconómicas, operativas y de gestión asociadas al Proyecto Mina de Cobre Panamá.

En este contexto, la Auditoría Integral trasciende la evaluación individual de cada componente al integrar los resultados obtenidos en los diferentes procesos y subprocesos auditados, permitiendo identificar interrelaciones, dependencias, sinergias y aspectos críticos que inciden en el desempeño general del proyecto. Como resultado, las recomendaciones formuladas responden a una visión sistémica e integrada, orientada a promover el fortalecimiento de los mecanismos de gestión, seguimiento y control.

Bajo esta perspectiva, el presente tomo constituye la consolidación técnica de las recomendaciones derivadas de la Auditoría Integral, las cuales buscan contribuir al fortalecimiento de la sostenibilidad ambiental, social y operativa del Proyecto Mina de Cobre Panamá, así como a la gestión preventiva de riesgos y al mejoramiento continuo de los procesos evaluados, en concordancia con los objetivos establecidos en los Términos de Referencia de la auditoría.

14 RECOMENDACIONES FINALES DE LA AUDITORÍA INTEGRAL

La naturaleza multidisciplinaria de la Auditoría Integral del Proyecto Mina de Cobre Panamá exige el análisis detallado de cada uno de los componentes establecidos en los Términos de Referencia, Componentes A, B, C y D, así como de los subprocesos asociados al alcance de la evaluación. Este enfoque permite desarrollar una revisión exhaustiva que abarca de manera integral las dimensiones físico-ambientales, biológicas, socioeconómicas y de gestión del proyecto.

En este sentido, la auditoría trasciende la evaluación individual de cada componente, al propiciar la interrelación de los hallazgos, brechas y oportunidades de mejora identificados en los Componentes A, B, C y D. Lo anterior permite consolidar una visión integral del desempeño del Proyecto Mina de Cobre Panamá, facilitando la identificación de interdependencias, sinergias y aspectos críticos que requieren fortalecimiento desde una perspectiva sistémica.

Bajo esta lógica, el desarrollo del presente capítulo de recomendaciones responde a la necesidad de integrar los resultados obtenidos en cada componente y subproceso, de manera que la Auditoría Integral pueda ser comprendida como un todo articulado, coherente y técnicamente sustentado.

De esta manera, el capítulo se consolida como una herramienta técnica clara, trazable, objetiva e imparcial, orientada a apoyar a MiAmbiente de la República de Panamá en la toma de decisiones, promoviendo una gestión ambiental y social más robusta, en beneficio de la sostenibilidad del proyecto y del bienestar de la Sociedad Panameña.

Las recomendaciones presentadas a continuación se agrupan en dos categorías diferenciadas según los resultados de la evaluación realizada para cada componente. El primer grupo corresponde a recomendaciones derivadas de hallazgos de incumplimiento identificados durante la evaluación, las cuales están orientadas a corregir las desviaciones detectadas, fortalecer los mecanismos de gestión y control, y asegurar el cumplimiento de los compromisos ambientales, normativos y operacionales aplicables. El segundo grupo corresponde a recomendaciones que no están asociadas a incumplimientos ni a hallazgos significativos, sino que constituyen oportunidades de mejora orientadas a fortalecer los procesos de gestión, control, monitoreo y fiscalización, promoviendo la adopción de mejores prácticas internacionales y contribuyendo al logro de mayores niveles de eficiencia y desempeño.

14.1 RECOMENDACIONES COMPONENTE A

- ✘ Fortalecer los mecanismos de control interno asociados a la gestión tributaria, con el fin de garantizar la presentación oportuna de declaraciones, informes y demás obligaciones requeridas por las autoridades competentes, minimizando el riesgo de multas, sanciones, recargos e intereses.
- ✘ Mantener y robustecer los controles relacionados con la solicitud, seguimiento y renovación oportuna de permisos de trabajo ante el Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral (MITRADEL), asegurando el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

- ✘ Fortalecer los procedimientos de conciliación y verificación periódica entre los salarios y demás remuneraciones efectivamente pagadas y la información reportada a la Caja de Seguro Social, con el propósito de prevenir inconsistencias que puedan derivar en requerimientos, sanciones o contingencias por parte de la entidad fiscalizadora.
- ✘ Evaluar y fortalecer los mecanismos de control y supervisión aplicables a contratistas y subcontratistas que desarrollan actividades dentro de la huella del Proyecto, con el fin de verificar el cumplimiento de sus obligaciones laborales, de seguridad social y demás requisitos exigidos por las autoridades competentes.
- ✘ Continuar promoviendo los procesos de control interno, gestión documental, seguimiento normativo y cumplimiento regulatorio, orientada a la prevención de riesgos legales, laborales y tributarios asociados a la operación del Proyecto.

14.2 RECOMENDACIONES COMPONENTE B

14.2.1 AMBIENTE FÍSICO

14.2.1.1 Hidrología

14.2.1.1.1 Oportunidades de mejora asociadas a hallazgos significativos

La evaluación realizada permitió identificar un hallazgo significativo asociado al compromiso No. 13226, el cual requiere la implementación de acciones orientadas a asegurar el cumplimiento de los objetivos y obligaciones ambientales correspondientes. En atención a la relevancia de este resultado, a continuación, se presentan las oportunidades de mejora asociadas a dicho hallazgo.

- ✘ Fortalecer la implementación integral del Plan de Control de Erosión y Sedimentos en todas las áreas del proyecto, priorizando aquellas con mayor susceptibilidad a procesos erosivos de acuerdo con las condiciones de pendiente, tipo de suelo y régimen hídrico. Garantizar el mantenimiento oportuno de las estructuras de control (pozas, drenajes, barreras y cercos de sedimentos), evitando procesos de colmatación y pérdida de funcionalidad. Continuar con las actividades de rehabilitación, revegetación e hidrosiembra para la estabilización de taludes y suelos expuestos, incorporando especies nativas adaptadas a las condiciones locales. Adicionalmente, fortalecer los mecanismos de seguimiento, evaluación de efectividad y trazabilidad de las acciones implementadas mediante monitoreos periódicos, registros georreferenciados y reportes técnicos.
- ✘ Mantener la ejecución continua del Plan de Monitoreo de la Calidad del Agua, garantizando la consistencia en la toma de datos, su trazabilidad y el aseguramiento de la calidad mediante laboratorios acreditados y protocolos QA/QC. Fortalecer el análisis de tendencias de largo plazo para identificar oportunamente cambios graduales en la calidad del recurso hídrico y orientar la toma de decisiones ambientales.

- ✘ Mantener la actualización periódica de los planes que conforman el PMA, asegurando su alineación con la fase actual del proyecto. Fortalecer la integración entre los planes de erosión y sedimentos, monitoreo ambiental, biodiversidad y atención de emergencias, promoviendo la trazabilidad de las acciones implementadas, el análisis integrado de resultados y la aplicación oportuna de medidas correctivas.
- ✘ Fortalecer los programas de monitoreo de vida acuática mediante la ampliación estratégica de los puntos de muestreo en áreas potencialmente influenciadas por el Proyecto, incorporando análisis de tendencias de largo plazo e indicadores biológicos que permitan evaluar de manera más robusta el estado ecológico de los ecosistemas acuáticos y la efectividad de las medidas de manejo ambiental implementadas.
- ✘ Implementar un mecanismo formal de gestión adaptativa que garantice la integración de los resultados del monitoreo de vida acuática con el Plan de Control de Erosión y Sedimentos, definiendo criterios de evaluación, umbrales de alerta y procedimientos de toma de decisiones que permitan ajustar oportunamente las medidas de manejo. Asimismo, fortalecer la trazabilidad documental y el registro de las acciones derivadas de los resultados de monitoreo, evidenciando su incorporación en los procesos de seguimiento.

14.2.1.1.2 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos relacionados a la gestión hídrica.

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

- ✘ Para fortalecer el cumplimiento del compromiso de minimizar el riesgo de derrames que afecten negativamente la calidad del agua de afluente se requiere que la empresa mantenga bajo su plataforma My Vision un sistema de seguimiento integral que incluya: la planificación y registro de todos los simulacros de derrames, la disponibilidad y ubicación de kits de contención en áreas críticas, la capacitación periódica del personal en protocolos de respuesta, y la verificación de la funcionalidad de los sistemas de drenaje y estaciones de contención. Además, se recomienda incorporar mecanismos de evaluación de percepción para medir la efectividad de la capacitación, el nivel de confianza en los protocolos de respuesta y la claridad de los canales de comunicación durante situaciones de emergencia,

considerando tanto al personal operativo como a las comunidades potencialmente afectadas.

- ✘ Durante esta fase de cuidado y mantenimiento es importante que la empresa garantice el cumplimiento estricto de las distancias mínimas de seguridad respecto a los cursos de agua. Fortalecer la planificación de actividades en cercanía a cuerpos de agua, incorporando controles preventivos que eviten intervenciones no autorizadas, e implementar herramientas de seguimiento espacial (análisis multitemporal y georreferenciado) que permitan verificar el respeto de las franjas de protección hídrica.
- ✘ Continuar con el monitoreo y registro fotográfico de las condiciones de los cuerpos de agua, evidenciando la ausencia de intervenciones directas.
- ✘ Fortalecer los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de las infraestructuras sanitarias (tanques biodigestores, PTAR, redes). Establecer mecanismos de control y seguimiento más estrictos para prevenir descargas no controladas al ambiente. Integrar los resultados de monitoreo con acciones operativas concretas, asegurando trazabilidad entre medición y gestión.
- ✘ Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalecer las actividades de inspección, seguimiento y verificación de la infraestructura asociada al manejo del drenaje ácido, incluyendo canales de drenaje, tuberías de conducción y demás elementos que transportan los efluentes hacia los sistemas de tratamiento. Asimismo, se recomienda evaluar periódicamente la eficiencia del proceso de neutralización mediante la validación de la dosificación de cal empleada para el incremento del pH y la reducción de la acidez, así como verificar el adecuado funcionamiento, calibración y mantenimiento de los equipos e instrumentos de monitoreo, incluyendo las sondas de medición de pH y demás dispositivos de control asociados al sistema de tratamiento. La implementación de estas actividades permitirá fortalecer la confiabilidad operativa de la infraestructura, optimizar la eficiencia del tratamiento y mejorar la trazabilidad de la información generada para la gestión ambiental del Proyecto.
- ✘ Mantener el registro de los fallos operativos de los equipos que podrían causar posibles afectaciones al recurso hídrico, como, por ejemplo: Fallos de bombas o sensores.
- ✘ Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalecer la gestión y evaluación del recurso hídrico subterráneo mediante el desarrollo y actualización continua de un modelo hidrogeológico integral del área de influencia. Dicho modelo deberá incorporar, de manera progresiva, los resultados obtenidos en los programas de monitoreo de pozos, la información geológica e hidrogeológica disponible, así como otros insumos técnicos relevantes que permitan mejorar la comprensión del comportamiento de los acuíferos y las interacciones entre las aguas subterráneas y superficiales. La implementación y actualización periódica de este modelo permitirá consolidar una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, fortalecer los procesos de evaluación y seguimiento ambiental, y contribuir a la identificación

temprana de posibles cambios en las condiciones hidrogeológicas del área de influencia del Proyecto.

- ✘ Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalecer el sistema de seguimiento y trazabilidad de las pozas de sedimentación mediante la consolidación y presentación periódica de la información obtenida a través de sistemas de telemetría, así como de los resultados derivados de los programas de monitoreo implementados. Asimismo, se recomienda incorporar evaluaciones específicas durante eventos hidrometeorológicos extremos, tales como lluvias torrenciales, con el propósito de analizar el comportamiento hidráulico y la eficiencia operativa de las pozas de sedimentación, identificando oportunamente posibles condiciones que puedan afectar su desempeño.
- ✘ Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá mantener y fortalecer el seguimiento ambiental en el río Botija, considerado un punto crítico dentro del área de influencia y actualmente monitoreado en la estación W5. Asimismo, se recomienda evaluar la incorporación de puntos de monitoreo adicionales en los ríos Nacimiento del Río Botija (Cercano a la Poza 12), Río Petaquilla, San Juan de Turbe y Coclé del Norte, con el propósito de ampliar la cobertura espacial del seguimiento, fortalecer la generación de información técnica y complementar el análisis integral del comportamiento de los recursos hídricos superficiales asociados al Proyecto.

14.2.1.2 Calidad de aire

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.1.2.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

- ✘ Se recomienda evaluar de manera integral la necesidad de implementar medidas adicionales de atenuación acústica en las áreas de generación de ruido de la Planta de Procesos, especialmente en las inmediaciones de las zonas naturales. Esta evaluación debe considerar los posibles impactos sobre la fauna identificada durante las inspecciones de campo y la ausencia de diseños acústicos especializados en las estructuras que albergan los equipos de trituración y molienda. Se sugiere analizar alternativas técnicas que complementen las barreras físicas

naturales existentes, con el objetivo de reducir de manera efectiva los niveles de ruido que puedan afectar los ecosistemas circundantes, garantizar el cumplimiento de los compromisos ambientales del EsIA.

- ✘ En relación con la obligación de cumplir con los estándares y normativas panameñas e internacionales aplicables al control de niveles de ruido en las distintas actividades y etapas del proyecto, se recomienda evaluar la pertinencia de actualizar los modelos predictivos de ruido validados, que permitan mapear y cartografiar la propagación sonora en el área de influencia. Lo anterior facilitaría la estimación del aporte acústico en escenarios de corto, mediano y largo plazo, incluyendo posibles efectos sobre áreas pobladas. Asimismo, se sugiere complementar los análisis de monitoreo mediante la incorporación de registros de audio asociados a las campañas de medición, como insumo adicional para la caracterización del clima acústico y la identificación de fuentes predominantes. Esta información podría contribuir a fortalecer la trazabilidad técnica de los resultados, diferenciar fuentes sonoras presentes en el entorno y consolidar bases de datos comparables en el tiempo. De manera adicional, se recomienda mantener la integración entre los monitoreos ambientales y ocupacionales, así como actualizar periódicamente la modelación y cartografía acústica en función de los cambios operativos que se presenten, a fin de contar con información técnica consistente para la toma de decisiones y el seguimiento del componente ruido.
- ✘ En el marco de la evaluación de las condiciones de nivel de ruido asociadas a actividades nuevas o modificaciones del proyecto, se recomienda fortalecer el análisis técnico mediante la elaboración de modelaciones acústicas que incorporen variables topográficas, condiciones de propagación reales y factores de atenuación ambiental, a fin de contar con una representación integral del comportamiento del ruido en el área de influencia. Asimismo, se sugiere cartografiar de manera periódica los escenarios de propagación y atenuación sonora, especialmente en los sitios más sensibles o representativos, como insumo para la identificación temprana de posibles variaciones en los niveles evaluados y la determinación técnica de medidas de control adicionales cuando corresponda. De manera complementaria, se recomienda formalizar y centralizar un inventario actualizado de fuentes emisoras de ruido del proyecto, vinculado a las actividades nuevas o modificadas, que facilite la trazabilidad de las evaluaciones realizadas y respalde la toma de decisiones en materia de prevención y control acústico.
- ✘ Se recomienda formalizar e implementar un plan integral de control de polvo para las vías internas del Proyecto Mina de Cobre Panamá, que contemple criterios técnicos para la programación del riego en función de variables climáticas, condiciones de sequedad, tránsito vehicular y características del material de rodadura, definiendo frecuencias de aplicación, volúmenes de agua, rutas de riego y umbrales de activación que permitan optimizar el uso del recurso hídrico y ajustar las medidas de control de manera preventiva. Asimismo, se sugiere consolidar los registros de consumo de agua, intervenciones realizadas y condiciones operativas y climáticas en un sistema de seguimiento que garantice la trazabilidad de las acciones implementadas y permita evaluar la efectividad de las medidas de mitigación del material particulado.

- ✘ Considerando el compromiso que establece la ejecución, desde la etapa de construcción, de un plan de monitoreo de calidad del aire conforme al Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental, incluyendo parámetros como NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}, se recomienda fortalecer el análisis integral de la información generada mediante la consolidación histórica de los registros obtenidos en las distintas fases del proyecto. Se sugiere complementar las campañas indicativas de corto plazo con ejercicios de modelación atmosférica que permitan evaluar el comportamiento espacial y temporal de la dispersión de contaminantes, mediante la elaboración de mapas de dispersión y análisis comparativos entre fases constructivas y operativas. Estos ejercicios pueden apoyarse en modelos de dispersión atmosférica reconocidos internacionalmente, tales como AERMOD o CALPUFF, integrando información meteorológica procesada a través de sistemas de reanálisis como WRF u otras herramientas equivalentes. Asimismo, se recomienda definir una periodicidad para la actualización de los análisis y modelos, incorporando la evaluación de tendencias, escenarios meteorológicos atípicos y posibles variaciones operativas, con el fin de fortalecer la trazabilidad del desempeño ambiental y la gestión preventiva asociada al componente de calidad del aire, en concordancia con lo establecido en el EIA y el PMA.
- ✘ Considerando el compromiso relacionado con la incorporación del monitoreo de metales en el aire al Plan de Manejo de la Calidad del Aire, se recomienda complementar los informes de monitoreo disponibles mediante análisis cruzados de información, incluyendo la identificación de posibles fuentes de emisión, la integración de variables meteorológicas y la comparación de niveles de concentración entre diferentes periodos y estaciones de monitoreo. Adicionalmente, se sugiere desarrollar modelos de dispersión anuales que incorporen el inventario de fuentes puntuales, lineales y de área, permitiendo relacionar los resultados obtenidos con los registros de las estaciones y facilitando la visualización de los posibles impactos sobre comunidades cercanas mediante mapas claros y comprensibles. Estas acciones pueden apoyarse en lineamientos internacionales reconocidos, como los incluidos en el Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems de la US EPA, con el fin de fortalecer la trazabilidad, consistencia y confiabilidad de los resultados reportados en el marco del Plan de Manejo Ambiental.
- ✘ Considerando el compromiso asociado al monitoreo continuo de metales de interés desde la etapa de construcción, se recomienda incorporar análisis integrados que permitan relacionar las concentraciones de dichos metales con los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5} registrados en las estaciones de monitoreo. Este enfoque permitirá evaluar tendencias, comportamientos y posibles correlaciones entre el material particulado y la presencia de metales pesados, considerando la variabilidad meteorológica característica de la zona. Así mismo, se sugiere complementar los análisis mediante modelos de dispersión y representaciones cartográficas de concentraciones, facilitando la visualización de posibles impactos sobre receptores sensibles, incluyendo comunidades y ecosistemas cercanos. La integración de esta información contribuirá a fortalecer la interpretación de los resultados, la identificación de escenarios críticos y la toma de decisiones asociadas a la gestión

preventiva y el seguimiento ambiental en el marco del Plan de Manejo de la Calidad del Aire.

- ✘ Considerando el compromiso asociado al monitoreo continuo de la calidad del aire para los parámetros SO₂, NO₂ y PM10 en las estaciones de San Benito y Río Caimito, se recomienda evaluar periódicamente la ubicación de los puntos de monitoreo frente a la expansión urbana y la incorporación de nuevas fuentes locales o estructuras que puedan modificar los patrones de flujo de aire y generar posibles sesgos en las mediciones. Este análisis puede apoyarse en lineamientos internacionales reconocidos, como el Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems de la US EPA, con el fin de fortalecer la representatividad y confiabilidad de los datos obtenidos. Así mismo, se sugiere complementar el análisis de los resultados de monitoreo mediante la integración de información meteorológica, permitiendo identificar posibles focos de emisión y relacionar los registros obtenidos con las condiciones atmosféricas predominantes. Adicionalmente, se recomienda desarrollar modelos de dispersión anuales que integren el inventario de fuentes puntuales, lineales y de área, permitiendo contrastar los resultados modelados con los registros de las estaciones y facilitando la interpretación de los posibles impactos sobre las comunidades cercanas mediante herramientas cartográficas claras y comprensibles. Este enfoque contribuiría a fortalecer la evaluación de tendencias, el análisis de impactos acumulativos y la gestión preventiva del riesgo asociado a la calidad del aire.
- ✘ Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá implementar y mantener actualizados sistemas documentales estructurados que incluyan registros de inspección y mantenimiento de la infraestructura de almacenamiento, bitácoras de riego y/o supresión de polvo (frecuencia, volúmenes aplicados y áreas intervenidas), así como análisis meteorológicos periódicos incluyendo rosa de vientos y comportamiento estacional como insumos técnicos para la interpretación del desempeño de las medidas de control. La integración de esta información en una matriz de seguimiento permitiría fortalecer la trazabilidad, la gestión preventiva del riesgo atmosférico y la toma de decisiones basada en datos frente a escenarios de potencial resuspensión de material particulado.
- ✘ Como línea de mejora asociada a las medidas de control de polvo establecidas para las áreas de almacenamiento y transferencia de concentrado y carbón en el Puerto y en la planta de generación de energía eléctrica, se recomienda fortalecer el seguimiento técnico a las condiciones que pueden favorecer la resuspensión de material particulado en las pilas de almacenamiento. En este sentido, se sugiere incorporar evaluaciones periódicas del potencial de erosión eólica, considerando variables como la velocidad del viento, la humedad del material y las condiciones operativas de los sistemas de control existentes, incluyendo los dispositivos de rociado de agua, los equipos de limpieza en el atracadero y las estructuras de confinamiento del material. Para este análisis, podría tomarse como referencia la metodología descrita en la sección aplicable Industrial Wind Erosion del documento AP-42 Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources, con el fin de estimar el potencial de generación de polvo en las pilas de almacenamiento y optimizar el uso de los sistemas de control implementados, teniendo en cuenta que

la infraestructura actual presenta condiciones favorables para la reducción de emisiones de material particulado.

- ✘ En relación con el monitoreo de material particulado fino (PM2.5) en la comunidad de Río Caimito, se recomienda fortalecer los mecanismos de seguimiento y organización de la información generada mediante la consolidación de una matriz de control que integre indicadores cuantitativos, tales como la frecuencia de monitoreo, los niveles registrados de PM2.5 y el número de estaciones activas en el área de influencia. Asimismo, se sugiere incorporar indicadores cualitativos asociados a los procesos de divulgación de los resultados del monitoreo y a la percepción comunitaria sobre la transparencia en el acceso a la información de calidad del aire.
- ✘ Considerando que el material dispuesto en el depósito de cenizas corresponde a fracciones finas, el análisis técnico puede complementarse mediante la aplicación de la metodología descrita en la sección aplicable Industrial Wind Erosion del documento AP-42 Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources, particularmente en lo relacionado con la determinación del valor P para pilas de almacenamiento. Esta aproximación permitiría contar con un criterio técnico adicional para evaluar el comportamiento potencial de las cenizas volátiles frente a procesos de erosión eólica y apoyar la definición de medidas de control, en caso de requerirse.
- ✘ Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalecer las actividades de monitoreo, evaluación y control de las vibraciones generadas por las diferentes actividades operativas del Proyecto, con el fin de verificar su comportamiento en el tiempo y asegurar la protección de la infraestructura, los componentes ambientales y los posibles receptores sensibles localizados dentro del área de influencia. Asimismo, se recomienda mantener una adecuada trazabilidad de la información obtenida mediante los programas de monitoreo, incluyendo la verificación periódica de los equipos de medición, el análisis de tendencias y la evaluación de la efectividad de las medidas de control implementadas. La información generada permitirá fortalecer la gestión preventiva y apoyar la toma de decisiones orientadas a minimizar posibles impactos asociados a este factor físico.
- ✘ Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá evaluar e implementar un plan progresivo de modernización de su sistema de generación termoeléctrica, orientado a la sustitución gradual de combustibles con mayor intensidad de emisiones atmosféricas por alternativas energéticas más limpias y eficientes. Dentro de las opciones a considerar se recomienda evaluar tecnologías tales como el uso de gas natural, sistemas híbridos de generación, fuentes de energía renovable complementadas con sistemas de almacenamiento energético y otras alternativas técnicamente viables que permitan reducir las emisiones de material particulado, óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), gases de efecto invernadero y demás contaminantes atmosféricos asociados a los procesos de combustión. La implementación gradual de estas medidas permitirá fortalecer el desempeño ambiental del Proyecto, promover la eficiencia energética y avanzar hacia esquemas de operación alineados con las mejores prácticas y tendencias internacionales en materia de sostenibilidad y reducción de emisiones.

14.2.2 AMBIENTE BIOLÓGICO

14.2.2.1 Flora

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Flora presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

14.2.2.1.1 Oportunidades de mejora asociadas a hallazgos significativos

La evaluación realizada permitió identificar hallazgos significativos asociados a los compromisos No. 12232, 13240 y 13242, los cuales requieren la implementación de acciones orientadas a asegurar el cumplimiento de los objetivos y obligaciones ambientales correspondientes. En atención a la relevancia de estos resultados, en primer lugar, se presentan las oportunidades de mejora asociadas a dichos hallazgos.

- ✘ Desde un enfoque de recuperación ecológica y conservación a escala de paisaje, resulta técnicamente necesario que los aprendizajes obtenidos en las parcelas experimentales y ensayos piloto de restauración sean progresivamente proyectados hacia áreas de mayor extensión dentro de la huella intervenida del Proyecto y en zonas estratégicas para la conectividad ecológica ya que es necesario para el movimiento de la fauna y flora, de manera que se consoliden procesos sostenibles de recuperación de la biodiversidad vegetal. En este contexto, si bien las acciones internas actualmente desarrolladas constituyen una base técnica relevante particularmente en materia de micropropagación, viverización y monitoreo de vegetación, para avanzar hacia el cumplimiento integral del requerimiento resulta necesario fortalecer el componente de cooperación interinstitucional y de investigación colaborativa, mediante:
 - a. La reactivación y formalización de alianzas de cooperación botánica con universidades, entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales, estableciendo roles, alcances y productos verificables.
 - b. La estructuración de programas de investigación y monitoreo florístico de largo plazo, articulados con los instrumentos de gestión de biodiversidad del Proyecto, que incorporen participación académica y generación de conocimiento aplicado.
 - c. La evaluación técnica del escalamiento progresivo de las experiencias piloto de restauración hacia superficies representativas, que permitan generar resultados medibles en términos de diversidad florística, supervivencia de especies prioritarias y fortalecimiento de la resiliencia ecológica en el área de influencia del Proyecto.

- ✘ Se recomienda formular e implementar una estrategia técnica específica para la identificación de sitios de translocación dentro de la ecorregión, incorporando

criterios ecológicos claros para la selección de áreas receptoras, tales como conectividad ecológica, representatividad de hábitats, estado de conservación, capacidad de carga y nivel de amenazas. Asimismo, se sugiere delimitar formalmente los sitios seleccionados e implementar medidas de protección y manejo que aseguren su integridad ecológica a largo plazo, incluyendo restricciones de uso, control de presiones antrópicas, señalización, vigilancia ambiental y planes de manejo específicos. Se recomienda desarrollar protocolos técnicos de translocación y reintroducción de especies de interés, contemplando criterios de selección de individuos, métodos de traslado, liberación y establecimiento, así como esquemas de monitoreos de reubicación que permitan evaluar adaptación, supervivencia y contribución ecológica de las especies reintroducidas. Adicionalmente, se sugiere articular las acciones de translocación con los resultados de las parcelas de restauración ecológica, de manera que las áreas rehabilitadas de mayor extensión puedan integrarse como hábitats funcionales dentro de una planificación ecológica a escala de paisaje. Finalmente, se recomienda integrar la estrategia de translocación dentro de una planificación territorial más amplia, alineada con el Plan de Acción para la Biodiversidad, asegurando coherencia entre restauración, conservación, conectividad ecológica y gestión adaptativa a escala de ecorregión.

- ✘ Se sugiere formular e implementar un programa técnico de reintroducción de especies de interés ecológico dentro y fuera del área del proyecto, que considere criterios de priorización de especies, selección de sitios de establecimiento o liberación, protocolos de manejo, cronogramas de ejecución y responsables definidos; ampliar las intervenciones más allá de la escala parcelaria hacia áreas de mayor extensión y representatividad ecológica para favorecer procesos de recuperación funcional a escala de paisaje; articular el programa con los resultados de parcelas de restauración ecológica, utilizando especies con mejor desempeño como base para su establecimiento en áreas restauradas de mayor escala y definiendo indicadores técnicos de seguimiento como tasas de supervivencia, reproducción, dispersión y permanencia; y finalmente integrar estas acciones dentro de una planificación ecológica más amplia que considere la conectividad entre áreas restauradas, corredores biológicos y hábitats naturales circundantes para potenciar la recuperación de la biodiversidad en el área de influencia del proyecto.

- ✘ Se sugiere estructurar formalmente las acciones de difusión y capacitación como un componente dentro de cada proyecto de reforestación, definiendo lineamientos claros sobre su alcance, objetivos, contenidos mínimos, público objetivo y mecanismos de implementación. Asimismo, se recomienda establecer criterios y procedimientos estandarizados que faciliten la aplicación homogénea de estas acciones en todos los proyectos, incorporando registros verificables que permitan identificar su ejecución por proyecto, periodo y territorio. Adicionalmente, se sugiere consolidar un sistema de seguimiento que permita evaluar periódicamente la cobertura, alcance y efectividad de las acciones de difusión y capacitación, así como su articulación con los objetivos de los proyectos de reforestación. Finalmente, se recomienda integrar estas acciones dentro de los instrumentos de planificación y seguimiento del programa de reforestación, de manera que su ejecución responda a una estrategia continua, coherente y trazable en el tiempo, evitando que se presenten como iniciativas aisladas.

- ✘ En relación con la implementación del programa de recuperación progresiva de la huella del Proyecto, orientado a la estabilización, revegetación y reforestación mediante el uso de especies nativas, se recomienda fortalecer el enfoque espacial de estas acciones, priorizando de manera más consistente las áreas directamente asociadas a las zonas intervenidas por la operación minera y sus entornos inmediatos. Asimismo, se sugiere reforzar la aplicación de técnicas que incorporen el uso de insumos naturales o biodegradables y consolidar el manejo adaptativo del programa mediante pruebas de recuperación iniciales y actividades sistemáticas de monitoreo, que permitan identificar y optimizar los métodos más efectivos para la rehabilitación de los ecosistemas sensibles y contribuir a la reducción de efectos de borde en las áreas restauradas. También se recomienda fortalecer la aplicación de estos resultados a escala de proyecto, de manera que el programa trascienda el nivel parcelario y contribuya de forma efectiva a la recuperación integral de la huella del proyecto, en coherencia con los objetivos establecidos para las fases operativa, de cierre y post-cierre.

- ✘ Se recomienda estructurar e implementar un programa formal de reintroducción de especies de interés en hábitats reforestados, diferenciando claramente estos procesos de las actividades de restauración vegetal y de la recolonización natural, e incorporando objetivos ecológicos explícitos relacionados con el restablecimiento de poblaciones y funciones ecosistémicas. Se recomienda definir criterios técnicos para la selección y priorización de especies de interés a reintroducir, considerando su estado de conservación, rol ecológico, nivel de afectación por el proyecto, requerimientos de hábitat y viabilidad de establecimiento en áreas restauradas. Se recomienda identificar y caracterizar los hábitats reforestados potenciales para procesos de reintroducción, evaluando su madurez ecológica, estructura de vegetación, disponibilidad de alimento y refugio, conectividad funcional con otros parches de hábitat y ausencia o control de presiones antrópicas. Se recomienda establecer protocolos técnicos de reintroducción que incluyan fases de planificación, acondicionamiento del hábitat, liberación controlada (blanda o dura según especie), manejo previo de individuos y seguimiento post-liberación, asegurando condiciones adecuadas para la adaptación y supervivencia. Se recomienda implementar un programa de monitoreo post-reintroducción que permita evaluar la supervivencia, dispersión, comportamiento, reproducción y uso del hábitat por parte de las especies liberadas, mediante herramientas como telemetría, cámaras trampa y análisis de ocupación. Se recomienda integrar los procesos de reintroducción con la planificación de restauración ecológica, de manera que las áreas reforestadas evolucionen hacia hábitats funcionales capaces de soportar poblaciones viables, incluyendo el escalamiento de las parcelas actuales hacia superficies con relevancia ecológica a escala de paisaje. Se recomienda incorporar un enfoque de conectividad ecológica que garantice que los hábitats reforestados utilizados para reintroducción no funcionen como parches aislados, sino como parte de una red funcional de corredores que permita el movimiento y flujo genético de las especies. Se recomienda establecer indicadores de éxito ecológico asociados a los procesos de reintroducción, tales como tasas de supervivencia, establecimiento poblacional, reproducción y contribución a la estructura y funcionalidad del ecosistema, con seguimiento en el mediano y largo plazo. Se recomienda fortalecer la trazabilidad de la información, asegurando que los procesos de reintroducción, monitoreo y resultados obtenidos se integren dentro del sistema general de seguimiento de

biodiversidad del Proyecto, permitiendo su evaluación técnica y su uso en la toma de decisiones.

14.2.2.1.2 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

Se identificaron oportunidades de mejora para aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, presentan oportunidades para fortalecer los procesos de gestión, seguimiento y control con el fin de optimizar la efectividad de las medidas implementadas y contribuir al mantenimiento del desempeño ambiental del proyecto.

- ✘ Se recomienda fortalecer la articulación interinstitucional, asegurando que las universidades panameñas y las organizaciones no gubernamentales vinculadas cuenten con un rol activo, definido y verificable en las etapas de planificación, ejecución y seguimiento de las actividades de trasplante y propagación de flora. En este sentido, se sugiere formalizar y documentar los espacios de coordinación mediante actas, convenios específicos o planes de trabajo conjuntos que permitan evidenciar la participación efectiva de los actores involucrados. De igual forma, se recomienda consolidar un instrumento de seguimiento que incorpore indicadores cuantitativos, tales como el número de especies colectadas y propagadas, cantidad de especímenes trasplantados, tasa de supervivencia, número de iniciativas desarrolladas en articulación con universidades y organizaciones, así como avances en investigación aplicada asociada a la conservación. En el componente cualitativo, se sugiere incluir elementos relacionados con el fortalecimiento de capacidades técnicas, la transferencia de conocimiento y la percepción de los actores participantes frente a los resultados obtenidos. Adicionalmente, se considera pertinente sistematizar los resultados generados en el laboratorio de micropropagación y en las actividades de trasplante, integrando la información en reportes técnicos consolidados que permitan evidenciar tendencias, lecciones aprendidas y oportunidades de mejora. Esta sistematización facilitaría la trazabilidad de las acciones, la transparencia del proceso y la disponibilidad de información para las partes interesadas. Finalmente, se recomienda articular estas acciones con los programas de educación y sensibilización ambiental que se desarrollan en el área de influencia del Proyecto Mina de Cobre Panamá, promoviendo la apropiación social de las iniciativas de conservación de flora y contribuyendo al fortalecimiento de la gestión participativa de la biodiversidad.
- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalezca el control de ingreso de vehículos, equipos y elementos al área operativa mediante la implementación de un esquema de inspección obligatorio, sistemático y trazable, que garantice la cobertura total de los ingresos y supere el enfoque actual basado en revisiones aleatorias. En este sentido, se sugiere estructurar un protocolo técnico de bioseguridad que incorpore criterios estandarizados de riesgo, considerando variables como tipo de vehículo o equipo, procedencia, historial de uso, tipo de carga, condiciones de limpieza y potencial de transporte de material biológico. Dicho protocolo debe definir acciones específicas como limpieza, retención, rechazo de ingreso, decomiso y disposición final cuando aplique. Adicionalmente, se recomienda consolidar un sistema de registro y seguimiento que permita evidenciar la trazabilidad de las inspecciones, incluyendo información sobre ingresos, controles

realizados, hallazgos, medidas adoptadas y responsables, así como la implementación de indicadores de desempeño que permitan evaluar la efectividad del sistema en la prevención de la introducción de especies invasoras. Finalmente, se sugiere articular el control de ingreso con los programas de monitoreo de especies invasoras, de manera que la información generada en campo retroalimente los procesos de inspección y permita ajustar de forma dinámica los criterios de control, fortaleciendo el enfoque preventivo del sistema.

14.2.2.2 Fauna

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.2.2.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

- ✕ Con el fin de fortalecer la implementación del programa de monitoreo de fauna y conectividad ecológica, se recomienda que Proyecto Mina de Cobre Panamá consolide un enfoque integral que permita analizar de manera articulada la movilidad de las especies, la fragmentación del hábitat, la efectividad de los pasos de fauna y la mortalidad asociada a la infraestructura vial del proyecto. Se sugiere desarrollar e implementar un modelo técnico de conectividad ecológica que identifique corredores biológicos funcionales, parches de hábitat estratégicos, barreras al movimiento de la fauna y zonas críticas de fragmentación generadas por la huella del proyecto, articulando dicho análisis con los objetivos de conservación regional. Asimismo, se recomienda definir un conjunto de especies focales o indicadoras de conectividad, representativas de distintos grupos ecológicos (mamíferos medianos y grandes, fauna arborícola, aves forestales y herpetofauna), que permitan evaluar de manera objetiva la funcionalidad de las estructuras de cruce y la efectividad de las medidas de mitigación implementadas, incluyendo esquemas de monitoreo a largo plazo (long-term monitoring) orientados a evaluar temporalmente la respuesta de las especies, la funcionalidad de los corredores biológicos y la efectividad de las medidas de mitigación implementadas. Se sugiere implementar las técnicas complementarias de monitoreo de fauna, incluyendo placas de rastreo, análisis de ADN a partir de muestras de pelo, trampas escollo y estudios de telemetría radial en especies clave, con el objetivo de generar información robusta sobre patrones de desplazamiento, áreas de uso, conectividad funcional y respuesta de la fauna frente a la infraestructura vial. Se recomienda, además, consolidar un inventario

técnico de los pasos de fauna existentes (subterráneos y aéreos), que incluya su ubicación geográfica, tipología, dimensiones, estado de conservación y funcionalidad ecológica, facilitando su evaluación sistemática y su articulación con los corredores de conectividad identificados. Finalmente, se sugiere integrar de manera sistemática los registros de atropellamiento de fauna con los resultados del monitoreo de los pasos de fauna, definir indicadores técnicos de desempeño (tasas de uso por especies focales, reducción de atropellamientos, continuidad poblacional y conectividad efectiva entre parches de hábitat) y fortalecer la trazabilidad y disponibilidad de los soportes documentales asociados, garantizando una verificación objetiva y transparente de las medidas implementadas. Estas métricas de biometría ayudarían a ver las probabilidades de funcionamiento de las estructuras.

- ✘ Se recomienda mantener los controles de acceso y a la señalización implementada en el área del Proyecto, así como mantener los procesos periódicos de capacitación dirigidos al personal, con el fin de respaldar la restricción de acceso al público y prevenir actividades no autorizadas, tales como desbroce, cultivo de tierras, caza, pesca o la inmigración de nuevas personas en la zona de desarrollo del Proyecto. Asimismo, se sugiere fortalecer los mecanismos internos de reporte y seguimiento mediante el diseño e implementación de una matriz de control que permita la trazabilidad por fecha, compromiso, observaciones, área responsable, recomendaciones y acciones de mejora que se definan. Esta herramienta contribuiría al ordenamiento sistemático de la información, facilitaría el control interno y permitiría el seguimiento progresivo de las medidas adoptadas, apoyando la gestión sostenible de la zona intervenida.

- ✘ Se recomienda complementar las acciones de capacitación y señalización ambiental existentes con mecanismos de control, seguimiento y evaluación que permitan medir de manera objetiva la efectividad de las medidas implementadas para prevenir la caza, pesca o recolección de flora y fauna dentro de las áreas bajo control del Proyecto Mina de Cobre Panamá Para ello, se sugiere establecer indicadores de desempeño ambiental, tales como el número de incidentes reportados, hallazgos durante recorridos de supervisión, resultados de auditorías internas y acciones correctivas implementadas. Asimismo, se recomienda implementar metodologías que permitan evaluar la apropiación del conocimiento por parte de los trabajadores y contratistas, incluyendo encuestas periódicas, evaluaciones posteriores a las capacitaciones, entrevistas focalizadas o simulaciones de casos, con el objetivo de verificar la comprensión de las prohibiciones ambientales y su aplicación efectiva en las actividades cotidianas dentro del Proyecto. Se sugiere ampliar las capacitaciones ambientales a todo el personal autorizado para ingresar al área del Proyecto, sin importar su vínculo contractual, incluyendo transportadores, proveedores de servicios, personal de empresas externas y contratistas temporales. Estas capacitaciones deben abordar de forma explícita las políticas ambientales del Proyecto, las prohibiciones relacionadas con la biodiversidad y las consecuencias asociadas a su incumplimiento. De manera complementaria, se recomienda fortalecer los mecanismos de control operativo en campo mediante recorridos periódicos de supervisión, establecimiento de puntos de vigilancia en áreas críticas y protocolos claros de reporte inmediato de incidentes relacionados con caza, pesca o recolección de especies, asegurando la trazabilidad de cada evento y la

implementación oportuna de medidas correctivas. Finalmente, se sugiere articular las acciones de sensibilización, control y seguimiento con los objetivos del Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB), de manera que la reducción de presiones directas sobre fauna y flora se consolide como un componente medible dentro de la estrategia de conservación del Proyecto, contribuyendo a la protección efectiva de los ecosistemas y las especies de interés en el área de influencia.

- ✕ Mantener la implementación de la política de no tener mascotas ni alimentar animales silvestres o domésticos, reforzando la trazabilidad de las acciones mediante registros digitalizados de las capacitaciones impartidas y verificaciones periódicas del cumplimiento en campo. Se sugiere incorporar indicadores cualitativos y cuantitativos que permitan evaluar la efectividad de las medidas, como el número de charlas realizadas, la cantidad de trabajadores capacitados, el nivel de comprensión del personal sobre las prohibiciones y la reducción de incidentes relacionados con la presencia de mascotas o la alimentación de fauna silvestre y doméstica no autorizada. Asimismo, se propone diseñar una matriz de seguimiento que consolide la información por fecha, compromiso, observaciones, área responsable, recomendaciones y posibles acciones de mejora, incorporando un apartado específico para indicadores de desempeño ambiental y social. Esta estrategia permitirá fortalecer el control interno, facilitar el monitoreo continuo y garantizar la sostenibilidad de las medidas implementadas, asegurando que las políticas de protección de la fauna y convivencia dentro de los campamentos se mantengan de manera efectiva.
- ✕ Se recomienda fortalecer las actividades de sensibilización ambiental, orientando la gestión hacia resultados medibles y verificables, más allá de la ejecución de charlas y señalización. Para ello, se sugiere implementar metodologías de evaluación estructuradas que incluyan, por ejemplo, encuestas de percepción ambiental, evaluaciones pre y post capacitación, entrevistas focalizadas, observaciones de comportamiento en campo y análisis de incidentes relacionados con caza, pesca, recolección de flora y fauna, alimentación de animales silvestres o domésticos y presencia de mascotas. Estas herramientas permitirán determinar de manera objetiva la comprensión, apropiación y aplicación efectiva de los mensajes por parte del personal del Proyecto. Asimismo, se recomienda establecer indicadores de desempeño específicos que permitan medir la efectividad de la campaña, tales como porcentaje de apropiación de conocimientos clave, reducción de incidentes asociados a las presiones antrópicas sobre la biodiversidad, cumplimiento de normas internas de conservación y efectividad de la señalización ambiental. Dichos indicadores deberían ser monitoreados periódicamente y reflejados en los informes de seguimiento ambiental, asegurando trazabilidad y documentación clara de los resultados. La integración de estas herramientas y mediciones permitirá consolidar una gestión orientada a resultados, fortalecer el control interno y demostrar de forma técnica la contribución real de las campañas de toma de conciencia a la conservación de la fauna y flora en el área de influencia del Proyecto. Esto permitirá transitar de un enfoque centrado únicamente en la ejecución de actividades hacia un esquema de gestión basado en evidencias y resultados, alineado con los objetivos del Plan de Acción para la Biodiversidad y con las buenas prácticas ambientales nacionales e internacionales.

- ✕ Se recomienda fortalecer de manera integral el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, de modo que vaya más allá del enfoque reactivo observado durante la etapa de gestión segura del Proyecto y se consolide como una herramienta estratégica de mitigación de impactos, vinculada de forma directa con los objetivos del Plan de Acción para la Biodiversidad. En particular, se sugiere establecer una conexión explícita entre los resultados del rescate de fauna y las metas de conservación de especies prioritarias, incorporando indicadores de desempeño que permitan evaluar la efectividad del programa sobre la protección de especies endémicas, amenazadas o de interés. Se recomienda implementar mecanismos sistemáticos de análisis espacial y temporal de los eventos de rescate y mortalidad de fauna, de manera que esta información pueda integrarse en los procesos de planificación adaptativa del Proyecto. Los registros de individuos rescatados y de mortalidad por atropellamiento deben emplearse como insumo técnico para identificar zonas críticas de impacto, corredores de movilidad faunística y áreas prioritarias para la implementación de medidas estructurales de mitigación. Asimismo, se sugiere revisar y rediseñar de manera integral la estrategia de pasos de fauna existentes, incorporando estructuras de mayor envergadura y conectividad funcional, así como pasos aéreos para especies arborícolas y semi-arborícolas, incluyendo primates y mamíferos trepadores como *Bradypus variegatus*, actualmente sin infraestructura específica que permita su desplazamiento seguro. Se recomienda complementar estas estructuras con barreras físicas direccionadoras, cerramientos ecológicos y sistemas de conducción que guíen de manera efectiva a los animales hacia los pasos de fauna, disminuyendo el acceso directo a las vías y reduciendo la probabilidad de atropellamiento. Adicionalmente, se sugiere consolidar un inventario técnico completo y actualizado de la totalidad de los pasos de fauna implementados en el Proyecto, incluyendo su localización georreferenciada, tipología, dimensiones, conectividad ecológica y estado de mantenimiento, a fin de reducir incertidumbres técnicas y facilitar la evaluación objetiva de su efectividad. Finalmente, se recomienda integrar de manera formal el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna dentro del esquema de manejo adaptativo del Plan de Acción para la Biodiversidad, de modo que sus resultados alimenten de manera sistemática la toma de decisiones en materia de restauración de hábitats, diseño de corredores biológicos, priorización de áreas de intervención y fortalecimiento de la conectividad ecológica a escala de paisaje.
- ✕ Con el fin de mejorar la reducción de la mortalidad de fauna asociada a la infraestructura vial del Proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones técnicas: Se sugiere complementar los pasos de fauna subterráneos existentes mediante la implementación de estructuras de cruce aéreas, como puentes de dosel, pasos arborícolas o pasos elevados de fauna, orientadas a especies arborícolas y semi-arborícolas, incluyendo primates, perezosos (*Bradypus variegatus*), marsupiales y otros mamíferos que utilizan el dosel forestal como principal vía de desplazamiento. Estas estructuras deberán diseñarse considerando la continuidad del dosel, la altura funcional, el uso de materiales compatibles con el entorno y su ubicación estratégica, definida a partir de análisis de movimiento faunístico y mortalidad vial. De manera complementaria, se recomienda instalar barreras físicas de direccionamiento a ambos lados de los tramos críticos con mayor incidencia de atropellamientos, especialmente en los primeros kilómetros del Camino a la Costa y en zonas identificadas como de alta mortalidad. Estas barreras

deberán tener una longitud suficiente para canalizar efectivamente el movimiento de la fauna hacia las estructuras de cruce existentes o proyectadas, evitando el acceso directo a la calzada, y considerar criterios de diseño, resistencia y mantenimiento acordes con los grupos faunísticos objetivo. Se sugiere realizar una evaluación integral de la efectividad de los pasos de fauna actuales, incorporando análisis de conectividad ecológica, patrones de movimiento de especies clave, distribución de eventos de atropellamiento y características estructurales de cada cruce, como dimensiones, iluminación natural, humedad, vegetación asociada y conectividad del hábitat. Este análisis permitirá identificar estructuras que requieran rediseño, ampliación o reubicación para mejorar su uso por especies de mayor tamaño y sensibilidad ecológica. Adicionalmente, se recomienda integrar tecnologías de monitoreo y prevención, como sensores de movimiento, cámaras térmicas y sistemas de alerta temprana vinculados a señalización dinámica para conductores, especialmente en los tramos de mayor riesgo, a fin de reducir la velocidad vehicular ante la presencia de fauna. Se recomienda ampliar el monitoreo de mortalidad vial a otros grupos faunísticos, incluyendo reptiles, anfibios y aves terrestres, que suelen estar subrepresentados en los registros actuales pese a su alta vulnerabilidad al atropellamiento y su relevancia ecológica. También resulta pertinente fortalecer el análisis temporal de los eventos de colisión, incorporando variables como estacionalidad climática, periodos reproductivos, cambios en la cobertura vegetal y variaciones en el flujo vehicular, con el fin de identificar picos de riesgo y ajustar de manera adaptativa las medidas de manejo. Finalmente, se sugiere integrar los resultados del monitoreo de cruces de fauna y mortalidad vial dentro de un Plan de Conectividad Ecológica del Proyecto, que articule de manera estratégica pasos subterráneos, estructuras aéreas, barreras de direccionamiento y acciones de restauración de corredores biológicos adyacentes a la vía. Este plan podrá incluir metas de reducción de atropellamientos, indicadores de efectividad de las infraestructuras de cruce y un esquema de seguimiento continuo que favorezca la mejora progresiva de las medidas implementadas.

- ✕ Se recomienda optimizar el diseño, ubicación y tipología de los pasos de fauna existentes, incorporando criterios ecológicos específicos para especies de gran tamaño y amplio rango de desplazamiento, tales como *Tapirus bairdii*, *Pecari tajacu* y grandes felinos, mediante análisis espaciales de conectividad del paisaje y zonas de concentración de atropellamientos (hotspots). De manera complementaria, resulta pertinente incorporar pasos de fauna de mayor amplitud y estructuras de conectividad arbórea (puentes de dosel, pasos aéreos o estructuras de sogas) para especies arborícolas, con el objetivo de reducir la fragmentación vertical del hábitat y el riesgo asociado a desplazamientos a nivel del suelo. Se sugiere ampliar el alcance del monitoreo para incluir otros grupos faunísticos relevantes para la conectividad ecológica, como reptiles, anfibios y pequeños vertebrados terrestres, con el fin de contar con información más completa sobre el uso del hábitat y la efectividad de las medidas de mitigación. Adicionalmente, se recomienda fortalecer la cuantificación de los cruces de fauna, diferenciando entre eventos fotográficos, individuos estimados y frecuencia real de uso por especie y por estructura, para generar indicadores más precisos de conectividad funcional. Finalmente, se sugiere integrar los resultados del monitoreo dentro de un esquema de gestión adaptativa que permita ajustar continuamente las medidas de infraestructura, señalización, control de velocidad y restauración de corredores ecológicos, y desarrollar

indicadores de conectividad a escala de paisaje que evalúen la contribución de las estructuras al mantenimiento de poblaciones viables de especies de interés.

- ✘ Se sugiere formular e implementar iniciativas específicas de mejoramiento y restauración de hábitats locales alineadas con los objetivos, prioridades ecológicas y líneas estratégicas del Plan de Acción para la Biodiversidad, diferenciándolas de las acciones de restauración operativa de la huella del proyecto; definir criterios técnicos para la selección de hábitats a intervenir, considerando conectividad ecológica, funcionalidad ecosistémica, presencia de áreas estratégicas para la biodiversidad y contribución a la recuperación del paisaje; utilizar los resultados técnicos obtenidos en parcelas de restauración y ensayos con especies nativas como base para escalar las prácticas más efectivas hacia áreas de mayor extensión, priorizando zonas que favorezcan la recuperación funcional de hábitats locales y la reducción de la fragmentación ecológica; estructurar estas iniciativas mediante planes o programas con objetivos claros, metas verificables, criterios espaciales definidos, cronogramas de ejecución, responsables identificados y mecanismos de seguimiento; y establecer indicadores ecológicos orientados a evaluar la recuperación de la funcionalidad de los hábitats, incluyendo estructura y composición de la vegetación, diversidad de especies, conectividad ecológica y uso del hábitat por fauna silvestre, complementando los indicadores operativos de parcelas de restauración.
- ✘ Se sugiere formular e implementar iniciativas específicas de mejoramiento y restauración de hábitats locales alineadas con los objetivos, líneas estratégicas y prioridades ecológicas definidas en el Plan de Acción para la Biodiversidad, diferenciándolas de las acciones de restauración operativa de la huella del proyecto y de los esquemas de compensación ambiental; definir criterios técnicos para la selección de los hábitats a intervenir, considerando conectividad ecológica, funcionalidad ecosistémica, presencia de hábitats estratégicos y contribución a la conservación de la biodiversidad a escala territorial; estructurar estas iniciativas mediante planes o programas con objetivos claros, metas verificables, criterios espaciales definidos, cronogramas de ejecución, responsables identificados y mecanismos de seguimiento; establecer indicadores de desempeño ecológico orientados a evaluar la estructura, composición, funcionalidad y conectividad de los hábitats intervenidos, complementando los indicadores operativos existentes; y fortalecer la calidad, coherencia y trazabilidad de los soportes documentales asociados, asegurando que los y evidencias correspondan a registros técnicos de formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de las acciones implementadas, evitando insumos exclusivamente comunicacionales.
- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalezca el sistema de inspección de vehículos y equipos mediante la consolidación y formalización del protocolo técnico de bioseguridad ambiental, asegurando que el documento correspondiente se encuentre debidamente disponible, actualizado y trazable dentro de la base de datos de soportes ambientales del Proyecto. Este protocolo debe detallar de manera clara los procedimientos de inspección, los criterios de aceptación o rechazo de ingreso, los puntos críticos de revisión, los responsables de la ejecución y las medidas a implementar en caso de detección de especies invasivas o material biológico de riesgo. Se recomienda ampliar el alcance de las

inspecciones, pasando de muestreos aleatorios a un esquema de control sistemático, priorizando vehículos provenientes de zonas externas con mayor riesgo biológico, así como equipos de movimiento de tierras, maquinaria pesada y transporte de materiales, los cuales representan un mayor potencial de introducción de semillas, organismos o sustratos contaminados al área del Proyecto. Para garantizar la efectividad de estas inspecciones, se sugiere incorporar indicadores técnicos que permitan evaluar de manera objetiva el desempeño del sistema, tales como: el número total de vehículos y equipos inspeccionados por periodo; el porcentaje de vehículos inspeccionados respecto al total de ingresos al Proyecto; el número de hallazgos de material vegetal, semillas, fauna o residuos biológicos por tipo de vehículo; el número de acciones correctivas aplicadas frente a incumplimientos detectados; y la tendencia temporal de hallazgos asociados a riesgos de especies invasivas. Adicionalmente, se recomienda integrar los resultados de las inspecciones dentro de los procesos de gestión adaptativa del Proyecto y del Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB), de manera que los patrones de riesgo identificados permitan ajustar las medidas de prevención, focalizar capacitaciones y fortalecer controles en los puntos críticos de acceso. En relación con la capacitación del personal de seguridad, se sugiere ampliar los programas formativos de manera periódica, incorporando contenidos específicos sobre identificación básica de especies invasoras potenciales, rutas de introducción biológica y procedimientos de respuesta ante hallazgos. Estas capacitaciones deben ser evaluadas mediante instrumentos de verificación de aprendizaje que permitan medir la apropiación del conocimiento por parte del personal encargado de ejecutar los controles. Finalmente, se recomienda articular este sistema de inspección vehicular y de equipos con las acciones de sensibilización dirigidas a contratistas, transportadores y personal externo al Proyecto, asegurando que todos los actores que ingresan al área conozcan las restricciones ambientales y las medidas de bioseguridad establecidas. Esto permitirá prevenir de manera integral la introducción de especies invasivas, minimizando riesgos ecológicos y fortaleciendo la protección de los ecosistemas locales.

- ✕ Con base en la revisión de la información disponible, se recomienda que Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalezca el cierre técnico del requerimiento relacionado con la prohibición de pesca, caza y recolección de flora y fauna por parte de trabajadores y contratistas, partiendo de que actualmente se evidencian acciones de sensibilización, capacitación y señalización orientadas a comunicar las restricciones ambientales aplicables dentro del Proyecto, pero resulta conveniente complementar este enfoque preventivo con mecanismos más robustos de seguimiento y verificación en campo. En ese sentido, se recomienda estructurar un sistema de control y trazabilidad que permita registrar de manera consolidada los eventos de supervisión, hallazgos, reportes, incidentes y actuaciones asociadas al incumplimiento de estas prohibiciones, de forma que pueda demostrarse no solo la divulgación de la norma, sino también su observancia efectiva dentro de las áreas bajo control del Proyecto. Asimismo, se recomienda incorporar mecanismos de verificación periódica orientados a evaluar el nivel de apropiación de los mensajes ambientales por parte de trabajadores y contratistas, así como la efectividad de las medidas de sensibilización implementadas. Para ello, podrían establecerse herramientas de seguimiento como registros de inspección, reportes de supervisión, controles operativos en campo y consolidación de hallazgos asociados a prácticas

indebidas sobre flora y fauna. De igual manera, se recomienda definir indicadores que permitan medir de manera objetiva la gestión del requerimiento, tales como número de controles realizados, número de incidentes o hallazgos reportados, número de medidas correctivas aplicadas, reincidencia por contratistas o frentes de trabajo y evolución temporal de eventos asociados a caza, pesca o recolección dentro de las áreas bajo control del Proyecto. La incorporación de este tipo de indicadores permitiría pasar de un esquema principalmente informativo a una verificación más cuantificable del comportamiento del personal. Finalmente, se recomienda articular las acciones de capacitación y señalización con un esquema formal de seguimiento dentro del sistema de gestión ambiental, de manera que el Proyecto pueda demostrar de forma más sólida no solo la existencia de medidas preventivas, sino también su efectividad en la reducción de presiones directas sobre la biodiversidad y en la prevención de prácticas prohibidas por parte del personal propio y contratista.

- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá reorganice y estructure de manera integral los soportes asociados a sus acciones en materia de conservación, teniendo en cuenta que, si bien se evidencian esfuerzos relevantes, estos se encuentran distribuidos en múltiples convenios y evidencias sin una articulación clara que permita comprender su alcance, coherencia y resultados de manera conjunta. En este sentido, se sugiere consolidar un portafolio unificado de alianzas de biodiversidad que integre de forma ordenada los convenios existentes, detallando sus objetivos, montos, vigencias, áreas temáticas, productos, resultados y estado de ejecución. Esta consolidación debe permitir evidenciar de manera explícita la contribución de cada alianza a procesos de investigación, monitoreo de largo plazo, restauración y fortalecimiento de capacidades técnicas, especialmente en el componente botánico, donde se identifican vacíos frente a otros componentes como fauna. Adicionalmente, se recomienda garantizar la trazabilidad técnica y financiera de cada convenio, incorporando información verificable sobre su ejecución, tales como informes técnicos, productos entregados, indicadores de cumplimiento y resultados alcanzados, evitando que la sola formalización documental sea considerada como evidencia suficiente. De igual forma, se sugiere delimitar con claridad el periodo de análisis, diferenciando las acciones históricas de aquellas efectivamente ejecutadas en el periodo evaluado, con el fin de evitar interpretaciones acumulativas que dificulten la lectura del estado real de las acciones desarrolladas. Finalmente, se recomienda estructurar una matriz de síntesis que relacione de manera directa cada acción con su respectiva evidencia técnica, facilitando una lectura clara, organizada y verificable.
- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá estructure la actualización quinquenal del inventario faunístico mediante un documento metodológico único, integral y técnicamente verificable, que abarque la totalidad del polígono de desarrollo, incluyendo el muelle y las infraestructuras auxiliares de Punta Rincón. Este documento debe consolidar, para todos los grupos taxonómicos, aspectos como el diseño y esfuerzo de muestreo, la cobertura espacial, los criterios de inclusión y exclusión de registros, la temporalidad de las campañas y la comparabilidad de los resultados frente a la línea base. Actualmente, la información se presenta de manera fragmentada en distintos estudios y monitoreos, lo que limita su lectura integral y la validación técnica de una actualización completa.

Adicionalmente, se recomienda incorporar análisis cuantitativos que permitan evaluar la representatividad del inventario y su capacidad para identificar cambios ecológicos en el tiempo. Para ello, se sugiere incluir indicadores de completitud, estimaciones de riqueza, análisis de detectabilidad y métricas de suficiencia de muestreo, así como comparaciones estadísticas frente a la línea base y evaluaciones previas. En consecuencia, la información deberá superar el enfoque compilatorio actualmente observado y estructurarse como un inventario actualizado, con trazabilidad científica y soporte técnico suficiente para sustentar inferencias ecológicas verificables.

- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá documente de manera clara y verificable la integración de los resultados del programa de rescate y reubicación de fauna dentro del monitoreo general, mediante un esquema de trazabilidad que articule la información de capturas, registros taxonómicos, coordenadas de captura y liberación, y recurrencia de eventos con los demás componentes de seguimiento ambiental. Esta integración debe reflejarse en reportes analíticos que permitan identificar patrones espaciales y temporales de afectación sobre la fauna en las distintas áreas operativas. Actualmente, la información se presenta de manera separada dentro del programa de rescate, lo que limita su uso como insumo para el seguimiento integral. Por ello, se recomienda fortalecer su articulación y análisis, superando el enfoque descriptivo. Adicionalmente, se sugiere definir y documentar criterios operativos claros para el uso de captura viva, precisando los escenarios en los que aplica el ahuyentamiento, la captura directa y el rescate activo, así como los grupos taxonómicos o condiciones que lo requieren. Esto cobra relevancia considerando la transición observada hacia el ahuyentamiento como medida predominante, por lo que se debe sustentar técnicamente su complementariedad y demostrar que no compromete la protección de especies sensibles. Así mismo, se recomienda incorporar análisis específicos sobre especies protegidas, endémicas y de interés, incluyendo variables como frecuencia de rescate, localización, causas de riesgo, destino de los individuos y seguimiento posterior. Esta información debe permitir evaluar si el programa aporta insumos efectivos para la toma de decisiones, más allá de su función operativa. Finalmente, se sugiere articular el programa con análisis espaciales del avance de intervención, conectividad, formación de bordes e inundación, de manera que los eventos de rescate puedan interpretarse como indicadores de presión sobre la fauna. Esta integración permitirá consolidar una lectura ambiental más robusta y estratégica de la información generada.
- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá estructure e implemente un programa formal de translocación de especies de interés a escala de ecorregión, diferenciando de manera clara las actividades de rescate de los procesos planificados de traslado, liberación y establecimiento en hábitats receptores, bajo criterios ecológicos, espaciales y operativos verificables. En este sentido, se sugiere identificar y delimitar cartográficamente los sitios potenciales de translocación, a partir de análisis que integren variables como calidad y cobertura de hábitat, conectividad ecológica, presión de amenazas, uso del suelo y compatibilidad con las especies objetivo. Así mismo, estos sitios deben contar con una caracterización ecológica detallada que garantice condiciones adecuadas para la supervivencia y establecimiento de las especies, incluyendo aspectos como disponibilidad de refugio y alimento, presencia de competidores o depredadores, estado de conservación y

capacidad de carga. Adicionalmente, se recomienda incorporar análisis de conectividad funcional que aseguren la integración de los sitios dentro de corredores biológicos, así como definir criterios técnicos estandarizados para la selección de áreas de liberación según grupo faunístico y requerimientos ecológicos, evitando decisiones de carácter oportunista. De igual forma, se sugiere formular protocolos específicos de translocación que abarquen las fases de planificación, captura, manejo, transporte, liberación y seguimiento, incluyendo indicadores de éxito asociados a supervivencia, adaptación y uso del hábitat. Este proceso debe complementarse con un programa de monitoreo post-liberación de mediano y largo plazo, utilizando herramientas como telemetría, cámaras trampa y análisis de ocupación. Finalmente, se recomienda integrar la información generada al sistema general de monitoreo de biodiversidad, establecer medidas de protección para los sitios definidos y garantizar la trazabilidad de todo el proceso, desde la planificación hasta la ejecución y reporte, con el fin de asegurar una evaluación técnica consistente y verificable.

14.2.2.3 Peces de agua dulce y su hábitat

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.2.3.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

- ✕ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá incorpore de manera explícita un componente de conectividad acuática longitudinal. Si bien la información revisada evidencia la existencia de cruces asociados a corrientes, alcantarillas y estructuras de bajo flujo, así como el reconocimiento de la necesidad de mantener la conectividad, aún no permite demostrar de manera robusta que la totalidad de los cruces en corrientes no intermitentes garantizan el tránsito efectivo de peces en condiciones de caudal alto y bajo. En este sentido, se sugiere no limitar la verificación a la presencia física de estructuras hidráulicas, sino desarrollar una evaluación específica de conectividad acuática tanto a escala de red hídrica como de estructura. Esta evaluación debe partir del inventario técnico de cruces permanentes, parámetros hidráulicos, localización de cursos de agua e información hidrobiológica existente, avanzando hacia una interpretación espacial y funcional de la conectividad en los sistemas intervenidos. Se recomienda, además, realizar un análisis orientado a identificar tramos funcionalmente conectados, puntos críticos,

barreras potenciales y cruces prioritarios, considerando variables como pendiente, velocidad de flujo, profundidad, continuidad del lecho, presencia de sustrato, turbulencia, saltos hidráulicos y comportamiento de las estructuras bajo distintos escenarios de caudal. Esto permitirá contrastar los criterios de diseño del Wildlife Crossing Plan con una evaluación ecológica del paso íctico, más allá de consideraciones constructivas o de drenaje. Esta evaluación resulta especialmente relevante dada la presencia de especies cuya dinámica ecológica depende de la conectividad longitudinal. Se destaca el caso de *Sicydium altum*, con ciclos migratorios entre río y océano, incluyendo ascenso de juveniles río arriba, y de *Gobiomorus dormitor*, con comportamiento catádromo. La conectividad acuática se configura, por tanto, como un elemento funcional clave para el mantenimiento de estas especies. Así mismo, se recomienda articular este análisis con la evaluación de la efectividad de alcantarillas y cruces existentes, verificando su correspondencia con corredores acuáticos funcionales y no únicamente con criterios de ingeniería vial. Esto permitirá definir ajustes, ampliaciones o complementos necesarios para garantizar el tránsito longitudinal de la ictiofauna. Finalmente, se sugiere integrar este componente dentro del sistema de seguimiento ambiental, articulado con el monitoreo hidrobiológico y soportado en una matriz de trazabilidad por estructura, que incluya ubicación, tipología, condiciones de diseño, desempeño hidráulico, evidencia fotográfica y biológica, así como verificación en distintos escenarios de caudal. Con este nivel de análisis será posible sustentar de manera técnica que las estructuras implementadas mantienen efectivamente la conectividad acuática y permiten el tránsito de peces en ambos sentidos.

- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalezca el soporte técnico y documental, considerando que la información disponible evidencia la incorporación de alcantarillas como solución principal de cruce y su articulación con drenajes y corrientes; sin embargo, el análisis se mantiene centrado en criterios de diseño y localización preliminar, sin demostrar de manera verificable las condiciones finales de las estructuras construidas ni su desempeño funcional en campo. En este sentido, se sugiere consolidar una matriz integral de trazabilidad para todas las estructuras principales de cruce, que incluya ubicación, asociación con drenajes o cruces de agua, tipología estructural, dimensiones de diseño y construidas, condición de estructura estándar o sobredimensionada, presencia de canal de bajo flujo o repisa seca, estado actual, evidencia fotográfica y soporte planimétrico. Esto permitirá evidenciar de forma precisa qué estructuras pasaron de la fase de diseño a la implementación efectiva y bajo qué especificaciones fueron ejecutadas. Así mismo, se recomienda complementar el análisis con una verificación específica de funcionalidad en condiciones de caudal bajo, asegurando que las soluciones planteadas como ampliación de alcantarillas, canales de bajo flujo o estructuras con repisa seca, hayan sido efectivamente implementadas y operen de manera compatible con el tránsito de fauna. De manera complementaria, se sugiere contrastar la localización y priorización de las estructuras con información ecológica actualizada, integrando registros de fauna, datos de cámaras y resultados de monitoreo, con el fin de asegurar que las estructuras ejecutadas coinciden con corredores funcionales y zonas de uso real por la fauna, y no únicamente con criterios de ingeniería vial o constructiva. Adicionalmente, en cruces asociados a corrientes o drenajes naturales, se recomienda incorporar de forma explícita la evaluación de conectividad ecológica del sistema, integrando el paso de fauna

terrestre con la continuidad hidráulica y la conectividad acuática o ribereña. Finalmente, se sugiere integrar este análisis dentro del sistema de seguimiento ambiental del Proyecto, articulando el Wildlife Crossing Plan con los demás instrumentos de gestión ambiental y el monitoreo de biodiversidad y ecosistemas acuáticos. Esto permitirá sustentar de manera robusta que las estructuras de cruce no solo responden a criterios de diseño, sino que se encuentran implementadas, verificadas y funcionalmente alineadas con las dinámicas ecológicas del territorio.

14.2.2.4 Biología Marina

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.2.4.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

- ✕ Se recomienda fortalecer la trazabilidad documental del Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB), asegurando la adecuada organización y disponibilidad de la información técnica, de manera que facilite la evaluación de su evolución y del avance de las medidas de conservación implementadas. Así mismo, se sugiere consolidar un sistema de indicadores de efectividad que permita valorar de forma cuantitativa y cualitativa los resultados de las acciones de rescate, protección, reubicación y conservación de especies de interés, incorporando métricas como tasas de supervivencia post-rescate, éxito de reubicación, estabilidad poblacional y mejoras en la calidad del hábitat, con el fin de fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia. Se recomienda integrar de manera más explícita los resultados de los programas de monitoreo biológico de flora, fauna terrestre y marina con las acciones del PAB, de forma que los hallazgos técnicos orienten la priorización de especies, la focalización de esfuerzos de conservación y el ajuste de medidas frente a riesgos emergentes o cambios en las condiciones ecológicas. Adicionalmente, se sugiere ampliar el enfoque hacia una gestión ecosistémica, incorporando criterios de conectividad ecológica, funcionalidad de hábitats restaurados y reducción de la fragmentación, mediante la implementación de corredores biológicos, zonas de amortiguamiento y estrategias de restauración a escala de paisaje. De igual forma, se recomienda fortalecer la articulación entre las acciones in situ y ex situ, asegurando que los programas de reproducción en cautiverio incluyan planes de reintroducción progresiva, seguimiento post-liberación y evaluación de la adaptación ecológica en hábitats naturales. Finalmente, se

sugiere incorporar análisis periódicos de riesgo para las especies de interés, considerando factores como expansión de infraestructura, tránsito vehicular, cambios hidrológicos, presión antrópica y efectos acumulativos, así como desarrollar mecanismos de reporte integrados que permitan relacionar las acciones ejecutadas, las especies beneficiadas, los recursos utilizados y los resultados en conservación, facilitando la supervisión y gestión técnica del Proyecto.

- ✘ Se recomienda ampliar la cobertura espacial de los programas de monitoreo de vida acuática, incorporando puntos de muestreo estratégicos en zonas de captación de agua, aguas abajo de infraestructuras de manejo y tratamiento, y en los cuerpos receptores inmediatos, con el fin de evaluar de manera más directa los posibles efectos operativos sobre los ecosistemas acuáticos. De manera complementaria, se sugiere establecer un mecanismo técnico de retroalimentación entre los resultados del monitoreo y el Plan de Control de Erosión y Sedimentos, mediante la definición de criterios de decisión, umbrales de alerta y procedimientos de gestión adaptativa que permitan ajustar oportunamente las medidas de manejo. Se recomienda integrar el análisis de tendencias de largo plazo en la evaluación de la efectividad de las medidas de control ambiental, utilizando series históricas de calidad de agua, sedimentos y comunidades biológicas, con el fin de identificar patrones de estabilidad, mejora o deterioro y orientar la priorización de acciones. Así mismo, se sugiere fortalecer los informes técnicos mediante la identificación explícita de especies con alto valor bioindicador, ampliando la interpretación de los resultados más allá de análisis descriptivos de abundancia y diversidad. En materia de gestión de información, se recomienda asegurar la trazabilidad documental de los registros técnicos, garantizando consistencia entre la información reportada, la numeración de documentos y los datos de campo. Finalmente, se sugiere consolidar una visión integrada de los monitoreos de ecosistemas de agua dulce y marino-costeros, documentando de manera clara las decisiones de manejo derivadas de los resultados, incluyendo ajustes a los planes de control, implementación de medidas correctivas y evaluación de su efectividad, fortaleciendo el enfoque de gestión adaptativa del Proyecto.
- ✘ Se recomienda mantener la trazabilidad documental de las iniciativas suspendidas y conservar los diagnósticos sobre las necesidades de las comunidades costeras, de manera que puedan retomarse. Así mismo, se sugiere consolidar una matriz de seguimiento con indicadores cuantitativos, como número de pescadores beneficiados y recursos invertidos en programas de pesca sostenible, y cualitativos, como la percepción comunitaria sobre su aporte a la seguridad alimentaria y la economía local. Finalmente, se recomienda que los informes de seguimiento ambiental incluyan un resumen integrado de las acciones ejecutadas, que permita evaluar su eficacia y efectividad mediante el uso de enfoques cualitativos y cuantitativos.
- ✘ Se recomienda que el Proyecto incorpore de manera explícita, dentro del Plan de Acción para la Biodiversidad (PAB) y los instrumentos de seguimiento ambiental, un componente formal de manejo adaptativo para los hábitats marino-costeros, incluyendo el rompeolas como estructura artificial que funciona como hábitat. Para ello, se sugiere definir indicadores de desempeño ecológico verificables, umbrales de intervención, criterios de alerta temprana y medidas de manejo frente a cambios

en la colonización bentónica, la estructura de las comunidades ícticas, la calidad del hábitat y la funcionalidad ecológica de la estructura. En este sentido, se recomienda que los resultados del monitoreo trasciendan su carácter descriptivo (cobertura, abundancia, riqueza y estado ecológico) y se articulen de manera directa con decisiones de manejo, evidenciando cómo los hallazgos técnicos activan medidas correctivas, preventivas o de fortalecimiento ecológico, así como las metas de conservación asociadas al rompeolas y su evaluación frente a hábitats naturales de referencia. Adicionalmente, se sugiere consolidar en un único apartado técnico la justificación ecológica del rompeolas como estructura-hábitat, los objetivos de conservación, la comparabilidad con sitios naturales de fondo duro y la evolución temporal de los indicadores utilizados para evaluar su funcionalidad. Esta consolidación debe incluir metas de desempeño, análisis de tendencias, criterios de equivalencia ecológica y una ruta clara de gestión adaptativa. Finalmente, se recomienda asegurar la trazabilidad técnica de esta información, evitando su dispersión en distintos planes y reportes, de modo que se permita evidenciar de forma integrada el uso del rompeolas como herramienta de conservación y su aporte a la gestión ecológica del Proyecto en el tiempo.

- ✘ Se recomienda estructurar e implementar un programa de monitoreo de vida acuática de largo plazo que integre de manera diferenciada los componentes de agua dulce y marino-costero, incorporando variables biológicas representativas, con el fin de evaluar la respuesta de la biota frente a la dinámica de sedimentos y las presiones del Proyecto. Se sugiere incorporar un enfoque de conectividad ecológica acuática, evaluando la continuidad en sistemas continentales y la conexión entre zonas costeras y estuarinas, incluyendo el efecto de infraestructuras hidráulicas sobre el desplazamiento de organismos. Se recomienda redefinir la red de monitoreo con estaciones estratégicas asociadas a zonas de generación, transporte y descarga de sedimentos, incluyendo áreas aguas abajo y zonas de transición río-mar, asegurando su relación con fuentes de impacto. Así mismo, se sugiere implementar un mecanismo de gestión adaptativa que vincule los resultados del monitoreo con la toma de decisiones, permitiendo ajustar el Plan de Control de Erosión y Sedimentos y mantener la conectividad ecológica. Se recomienda definir indicadores de desempeño que integren calidad de hábitat, comunidades biológicas, dinámica de sedimentos y conectividad, con umbrales que activen medidas correctivas. Adicionalmente, se sugiere complementar el monitoreo con análisis espaciales y modelaciones (ArcGIS, QGIS, HEC-RAS, SWAT, InVEST, Circuitscape) para identificar zonas críticas y relaciones causa-efecto. Finalmente, se recomienda fortalecer la trazabilidad documental, garantizando consistencia entre la información reportada y la evidencia disponible, para su adecuada verificación y uso en la gestión ambiental.

- ✘ Se recomienda a la empresa implementar estudios de bioacumulación en sedimentos marinos, sedimentos de cuerpos de agua superficiales y organismos marinos, con el propósito de evaluar la posible transferencia y acumulación de elementos de interés ambiental a lo largo de la cadena trófica. La información obtenida permitirá fortalecer el conocimiento sobre la dinámica de los ecosistemas acuáticos y marino-costeros, complementar las actividades de monitoreo existentes y generar insumos técnicos para la identificación temprana de riesgos ambientales

y la toma de decisiones orientadas a la conservación de los recursos hidrobiológicos.

14.2.2.5 Biodiversidad

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Biodiversidad, correspondientes a los compromisos No. 13213, 13228, 13229 y 13234, presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

14.2.2.5.1 Oportunidades de mejora asociadas a hallazgos significativos

La evaluación realizada permitió identificar un hallazgo significativo asociado al compromiso No. 13228, el cual requiere la implementación de acciones orientadas a asegurar el cumplimiento de los objetivos y obligaciones ambientales correspondientes. En atención a la relevancia de este resultado, en primer lugar, se presentan las oportunidades de mejora asociadas a dicho hallazgo.

- ✘ Se recomienda incorporar de manera explícita la delimitación técnica del Área de Desarrollo del Proyecto (ADP) en los procesos de seguimiento ambiental y su articulación con el PAB, como referencia espacial para planificar, ejecutar y evaluar los programas de monitoreo, fortaleciendo la cobertura, trazabilidad y consistencia de las acciones ambientales.
- ✘ Se recomienda fortalecer la estructuración, el reporte y la trazabilidad del programa de educación ambiental, mediante la definición de indicadores verificables (cobertura, población beneficiada, frecuencia, temáticas y resultados), así como la articulación entre actividades ejecutadas y objetivos de sensibilización, sostenibilidad y conservación. Se sugiere consolidar mecanismos de registro y organización de soportes que garanticen coherencia, consistencia y verificabilidad de la información reportada.
- ✘ Se recomienda formular e implementar acciones específicas de restauración y mejoramiento de hábitats, alineadas con las prioridades y líneas estratégicas del PAB, diferenciándolas de las actividades operativas de manejo de la huella, de modo que se evidencie su aporte directo al fortalecimiento de la biodiversidad.
- ✘ Se recomienda mantener la trazabilidad documental de los convenios suspendidos y consolidar una matriz de seguimiento con indicadores cuantitativos (número de convenios, inversión, iniciativas en biodiversidad) y cualitativos (percepción comunitaria). Se sugiere incluir en los informes un resumen estructurado que permita evaluar la eficacia y efectividad de las acciones mediante enfoques integrados.
- ✘ Se recomienda mantener la trazabilidad de los programas suspendidos y conservar los diagnósticos de necesidades comunitarias, facilitando su reactivación. Así

mismo, se sugiere consolidar una matriz de seguimiento con indicadores cuantitativos y cualitativos que permitan evaluar su alcance, inversión y percepción comunitaria, incorporando estos resultados de forma estructurada en los informes de seguimiento.

- ✘ Se recomienda consolidar una matriz de seguimiento para los procesos de restauración de áreas intervenidas, incorporando indicadores cuantitativos (parcelas restauradas, especies reintroducidas, sobrevivencia, extensión rehabilitada) y cualitativos (percepción comunitaria sobre recuperación territorial y sostenibilidad), que permitan evaluar su contribución a la recuperación progresiva del territorio.
- ✘ Se recomienda mantener la trazabilidad de los avances asociados al PAB y programas sociales, y consolidar una matriz de seguimiento con indicadores cuantitativos (proyectos vinculados e inversión) y cualitativos (percepción comunitaria), que facilite su reactivación y evaluación en función de la integración entre biodiversidad y sostenibilidad comunitaria.
- ✘ Se recomienda fortalecer el esquema de gestión mediante la estructuración de un protocolo técnico robusto para la prevención de especies invasoras, que incluya criterios de evaluación de riesgo, procedimientos estandarizados y mecanismos de seguimiento.
- ✘ Se recomienda establecer mecanismos sistemáticos de verificación, seguimiento y registro que permitan evaluar de forma cuantificable los cambios de comportamiento y la reducción de presiones directas sobre la biodiversidad.
- ✘ Se recomienda fortalecer la sistematización de la información, la trazabilidad de aportes financieros y técnicos, y la articulación de alianzas con metas e indicadores del PAB, con el fin de contar con una visión integrada de su alcance y contribución a la conservación.
- ✘ Se recomienda mejorar la organización y trazabilidad de la información del PAB, asegurando que los registros de rescate, seguimiento y conservación de especies de interés se encuentren completos, organizados y disponibles para su consulta.
- ✘ Se recomienda promover la sistematización y actualización continua de la información del PAB, con el fin de optimizar la planificación, facilitar la coordinación de acciones y fortalecer la gestión integral de la biodiversidad en el área de influencia del Proyecto.

14.2.2.6 Ecosistemas frágiles y áreas protegidas

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.2.6.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

- ✘ Se recomienda estructurar la iniciativa TAPYRES como un programa formal, operativo y verificable, respaldado por un documento rector que incluya objetivos generales y específicos (SMART), metas cuantificables, indicadores de resultado e impacto, líneas base, medios de verificación, responsables, cronogramas y presupuesto, garantizando la trazabilidad de las acciones. Así mismo, se sugiere reformular el Plan de Acción para la Conservación de *Tapirus bairdii* incorporando metas e indicadores robustos, priorización espacial, identificación de amenazas, medidas de manejo y un esquema de monitoreo con umbrales que permitan la gestión adaptativa. Adicionalmente, se recomienda delimitar y documentar las áreas protegidas intervenidas, sus acciones, aliados y productos verificables, e implementar un sistema integral de seguimiento que incluya fichas por sitio, mapas, registros de campo, monitoreo biológico y reportes técnicos y financieros, consolidando la iniciativa como un programa verificable de conservación y restauración.
- ✘ Se recomienda consolidar un esquema integral de gestión financiera y de seguimiento de resultados que permita evaluar de manera completa el impacto de las inversiones en la conectividad ecológica y el manejo sostenible de las áreas protegidas, superando las limitaciones actuales en la disponibilidad y sistematización de la información.
- ✘ Se recomienda orientar el estudio de flora hacia el cierre de vacíos de trazabilidad espacial y poblacional mediante la reformulación del objetivo técnico, incorporando explícitamente criterios verificables de localización de poblaciones fuera del área de influencia, con distancias mínimas y delimitación clara del área de análisis. Así mismo, se sugiere fortalecer el diseño metodológico mediante la delimitación cartográfica del área de estudio (huella, buffer y áreas protegidas), la definición técnica de “población”, un diseño de muestreo dirigido por SIG y la priorización de especies focales. Adicionalmente, se recomienda incorporar análisis espaciales de distancias entre poblaciones, tablas verificables con coordenadas, mapas temáticos y soportes geográficos, así como integrar el contexto de fragmentación del paisaje en la selección de sitios de muestreo. Finalmente, se sugiere estructurar el producto como un expediente técnico completo que incluya memoria metodológica, fichas por especie, evidencia fotográfica, soportes de herbario, metadatos y validación externa del análisis espacial y taxonómico, con el fin de garantizar la robustez y verificabilidad de los resultados.
- ✘ Se recomienda que el Proyecto Mina de Cobre Panamá fortalezca el soporte técnico y documental de la iniciativa TAPYRES, considerando que, aunque se evidencia su

aprobación, estructuración por fases y el inicio del componente asociado a la conservación del tapir, su alcance incluye de manera integral acciones de conservación de hábitat, conectividad ecológica, restauración, educación, comunicación ambiental e investigación en áreas protegidas del área de influencia. En este sentido, se sugiere consolidar un documento programático único y trazable que integre las Fases I, II y III, definiendo objetivos específicos, metas verificables, productos, cronogramas, presupuesto, responsables, aliados estratégicos, áreas prioritizadas y mecanismos de articulación institucional, permitiendo evidenciar su implementación como una hoja de ruta operativa. Así mismo, se recomienda documentar de manera diferenciada el avance de cada fase, precisando las actividades ejecutadas en planificación, conservación, restauración, educación, investigación y monitoreo, con el fin de evidenciar el nivel real de desarrollo de la iniciativa. De manera complementaria, se sugiere incorporar una priorización espacial explícita de las intervenciones, identificando áreas protegidas, corredores y sectores estratégicos donde se concentran las acciones, y fortalecer el sistema de seguimiento mediante indicadores técnicos que permitan evaluar avances físicos, financieros, cobertura territorial, resultados de conservación y gestión adaptativa. Adicionalmente, se recomienda consolidar el soporte presupuestal de la iniciativa, evidenciando la ejecución de recursos por fase y la proyección financiera para su continuidad, conforme a lo establecido en la resolución. Finalmente, se sugiere estructurar el reporte anual de TAPYRES como un capítulo técnico independiente dentro de los informes de seguimiento ambiental, en el que se integren de manera clara los avances por fase, acciones ejecutadas, territorios intervenidos, resultados obtenidos y soportes documentales, permitiendo evidenciar su implementación efectiva como programa de conservación y restauración.

14.2.2.7 Corredor Biológico Mesoamericano

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.2.7.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

- ✘ Se recomienda desarrollar e implementar un modelo técnico de conectividad ecológica que oriente la planificación y diseño de estructuras de cruce de fauna, identificando rutas prioritarias, parches estratégicos, barreras y zonas de fragmentación. Así mismo, se sugiere consolidar un inventario técnico georreferenciado de las estructuras existentes, con sus características y adecuaciones para fauna, integrándolo al monitoreo ambiental y al PAB. Se recomienda incorporar criterios de diseño ecológico en alcantarillas y evaluar pasos aéreos para fauna arborícola, así como fortalecer el monitoreo mediante indicadores de uso, diversidad y reducción de mortalidad. Finalmente, se sugiere integrar estas acciones dentro de una estrategia de corredores biológicos y asegurar la trazabilidad documental de su diseño, implementación y seguimiento.
- ✘ Se recomienda consolidar un informe anual integrado que sistematice el apoyo financiero, técnico y de gestión a la ecorregión y áreas protegidas, incluyendo montos, destinos, beneficiarios, actividades y soportes documentales. Así mismo, se sugiere definir indicadores de desempeño ambiental y financiero, y articular estos aportes con las prioridades del PAB mediante planes de apoyo de mediano y largo plazo que garanticen su contribución a la conservación.
- ✘ Se recomienda consolidar en un instrumento único las alianzas de cooperación, detallando su alcance, objetivos, recursos y resultados en biodiversidad. Así mismo, se sugiere fortalecer su articulación con el PAB mediante indicadores de desempeño, asegurar la trazabilidad documental de las actividades y ampliar su alcance hacia iniciativas de conservación a escala de paisaje, integrando un componente específico de gestión de alianzas estratégicas.
- ✘ Se recomienda consolidar las compensaciones ambientales bajo un enfoque integral y territorial, alineado con el PAB, orientado a la recuperación funcional de ecosistemas y la conectividad ecológica. Se sugiere priorizar áreas estratégicas, fortalecer el componente socioeconómico mediante esquemas participativos y consolidar un sistema de seguimiento que evalúe la recuperación ecológica y los beneficios sociales de las acciones.
- ✘ Se recomienda articular las acciones de restauración con la recuperación de zonas aledañas a la huella minera, incorporando resultados técnicos de parcelas experimentales para escalar prácticas efectivas. Así mismo, se sugiere fortalecer la planificación espacial y los sistemas de monitoreo, incorporando indicadores de cobertura vegetal, conectividad y estabilidad ecológica.
- ✘ Se recomienda consolidar un inventario técnico de cruces de corrientes no intermitentes con información georreferenciada, tipología, condiciones hidráulicas y nivel de adecuación para conectividad acuática. Se sugiere articular su diseño con el modelo de conectividad ecológica, incorporar criterios de ingeniería ecológica, implementar monitoreo específico de conectividad y definir especies focales como bioindicadores. Así mismo, se recomienda fortalecer la trazabilidad documental,

integrar estas acciones en el PAB y priorizar intervenciones en zonas de alta importancia ecológica, respaldadas por estudios técnicos específicos.

- ✘ Se recomienda desarrollar un modelo técnico de conectividad ecológica que identifique rutas de desplazamiento, parches estratégicos y zonas de fragmentación, incorporando especies focales como bioindicadores. Con base en este insumo, se sugiere implementar una estrategia integral de corredores biológicos, articulada con el Corredor Biológico Mesoamericano, que incluya ampliación de hábitats mediante restauración, fortalecimiento de remanentes boscosos y reducción de la fragmentación. Así mismo, se recomienda integrar indicadores de conectividad en el monitoreo, articular los programas ambientales bajo un enfoque unificado, fortalecer la trazabilidad documental e incorporar esta estrategia como componente estructural del PAB.
- ✘ Se recomienda consolidar la alineación de los programas ambientales con estándares nacionales e internacionales, así como fortalecer el análisis del impacto del PAB sobre la conservación del Corredor Biológico Mesoamericano como sistema ecológico funcional.
- ✘ Se recomienda fortalecer el enfoque metodológico del análisis de movilidad de especies mediante la incorporación de modelos de conectividad (Linkage Mapper, Circuitscape, Conefor), integrando la información existente (cámaras trampa, mapas de calor, atropellamientos y pasos de fauna) en un análisis espacial y funcional del movimiento de la fauna. Se sugiere complementar el monitoreo con técnicas adicionales y utilizar herramientas actuales solo como apoyo, no como resultado final. Así mismo, se recomienda articular estos modelos con la evaluación de la efectividad de pasos de fauna y priorización de medidas de mitigación, integrando este enfoque en el sistema de monitoreo y el PAB para evaluar de manera robusta la conectividad y los efectos de la infraestructura vial.
- ✘ Se sugiere que el Ministerio de Ambiente consolide un registro integral de los aportes financieros y logísticos provenientes de todas las fuentes, incluyendo los asociados al Proyecto, detallando montos, destinos, actividades ejecutadas y resultados ecológicos. Así mismo, se recomienda definir indicadores técnicos que permitan relacionar estos recursos con mejoras en conectividad ecológica, recuperación de coberturas, reducción de presiones antrópicas y fortalecimiento de la gestión institucional. Adicionalmente, se sugiere estructurar un esquema de planificación a mediano y largo plazo que garantice la sostenibilidad de las áreas protegidas, integrando la información financiera, logística y operativa en un plan de manejo evaluable. Finalmente, se recomienda articular estos recursos con los objetivos del Corredor Biológico Mesoamericano, priorizando acciones de conservación de hábitats, restauración ecológica y fortalecimiento de capacidades técnicas.

14.2.2.8 Evaluación de riesgos a la salud humana y a la ecología

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo

auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.2.8.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

- ✘ Se recomienda continuar con la aplicación sistemática de medidas de control orientadas a minimizar impactos ambientales con potencial de afectar la salud, fortaleciendo su trazabilidad mediante registros verificables e inspecciones periódicas. Así mismo, se sugiere reforzar los procedimientos de control, la capacitación continua del personal y la documentación de hallazgos y acciones correctivas. Adicionalmente, se recomienda implementar controles tecnológicos para la identificación temprana de riesgos, fortalecer campañas de sensibilización y consolidar una matriz de seguimiento que integre acciones, observaciones, responsables y oportunidades de mejora.
- ✘ Se recomienda mantener un monitoreo periódico de las condiciones habitacionales y sanitarias en comunidades reasentadas, incorporando indicadores de calidad de vivienda, ocupación, mantenimiento y riesgos en salud pública. Así mismo, se sugiere fortalecer estrategias de educación comunitaria en salud preventiva, manejo de viviendas y control de vectores, promoviendo prácticas domésticas saludables.
- ✘ Se recomienda retomar las alianzas con las Regionales de Salud de Coclé y Colón, con el fin de garantizar la continuidad y enfoque preventivo de los programas de salud comunitaria, especialmente en el control de enfermedades y vectores. Así mismo, se sugiere incluir en los informes un resumen de acciones mediante matrices de seguimiento con indicadores cualitativos y cuantitativos que evidencien su efectividad.
- ✘ Se recomienda retomar alianzas con proveedores de servicios de salud locales y regionales para fortalecer la comprensión de la dinámica de enfermedades transmitidas por vectores y consolidar programas de salud comunitaria con enfoque preventivo. Así mismo, se sugiere incorporar en los informes matrices de seguimiento que integren indicadores cualitativos y cuantitativos sobre las acciones ejecutadas y sus resultados.
- ✘ Se recomienda fortalecer los mecanismos de seguimiento de medidas preventivas frente a enfermedades transmitidas por vectores mediante la consolidación de una matriz con indicadores cuantitativos (evaluaciones realizadas e incidencia de enfermedades) y cualitativos (percepción comunitaria sobre la efectividad de las medidas y la gestión del Proyecto).

- ✘ Se recomienda fortalecer la implementación de medidas preventivas para evitar la formación de agua estancada en áreas operativas, estableciendo criterios cuantificables de control (frecuencia de inspección y tiempos de permanencia). Así mismo, se sugiere reforzar programas de fumigación y control de vectores, y asegurar el manejo adecuado de elementos susceptibles de acumulación de agua.

14.2.3 AMBIENTE SOCIOECONÓMICO

14.2.3.1 Ambiente socioeconómico

Una vez concluidas las revisiones documentales, los análisis técnicos, los cruces transversales de información y la evaluación de los 370 compromisos derivados del Estudio de Impacto Ambiental (EslA) Categoría III del Proyecto Mina de Cobre Panamá, el equipo auditor determinó que los compromisos asociados al componente de Hidrología presentan, en su mayoría, un nivel de cumplimiento acorde con lo establecido en los instrumentos de manejo ambiental aprobados para el proyecto.

No obstante, se identificaron oportunidades de mejora en aquellos compromisos que, si bien evidencian cumplimiento, podrían fortalecerse mediante la optimización de los procesos de gestión, seguimiento, control y evaluación ambiental. Estas oportunidades están orientadas a promover e incorporar buenas prácticas y nuevas tecnologías aplicables, así como asegurar la alineación con la normativa ambiental nacional e internacional vigente, contribuyendo al mantenimiento y fortalecimiento del desempeño ambiental del proyecto.

14.2.3.1.1 Oportunidades de mejora para el fortalecimiento de la gestión, seguimiento y control de compromisos

✘ Gestión laboral, bienestar y cumplimiento normativo

Se recomienda mantener actualizadas las políticas laborales, asegurando su alineación con normativa nacional y estándares internacionales (OIT), e implementar mecanismos de trazabilidad que permitan monitorear indicadores de equidad, condiciones laborales y prevención de discriminación. Así mismo, se sugiere fortalecer los programas de capacitación en conducta, educación financiera, consumo responsable y salud ocupacional, incorporando indicadores de evaluación e impacto, así como registros sistemáticos de asistencia, resultados y acciones de mejora. Se recomienda consolidar sistemas de seguimiento que integren información sobre capacitaciones, inspecciones y controles internos, mediante herramientas que permitan evaluar la efectividad de las medidas, identificar desviaciones y garantizar el bienestar de los trabajadores.

✘ Seguridad, transporte y prevención de riesgos

Se recomienda fortalecer los programas de seguridad vial y transporte, mediante la implementación de registros digitalizados, indicadores de desempeño y mecanismos de evaluación de la percepción de los usuarios. Así mismo, se sugiere reforzar las estrategias de prevención de riesgos asociados a consumo de alcohol, condiciones de seguridad en rutas y operación, así como la gestión de comportamientos inadecuados, integrando acciones de capacitación, monitoreo y coordinación institucional. Se recomienda consolidar

herramientas de seguimiento que permitan evaluar la eficacia de las medidas implementadas y su contribución a la reducción de incidentes y mejora de condiciones de seguridad.

✂ **Gestión social, participación y comunicación comunitaria**

Se recomienda fortalecer los mecanismos de relacionamiento comunitario mediante la consolidación de sistemas estructurados de seguimiento que integren indicadores de participación, percepción y efectividad de las acciones implementadas. Así mismo, se sugiere ampliar la cobertura de los espacios de diálogo, garantizar la trazabilidad de las interacciones con las comunidades y fortalecer la transparencia a través de la divulgación de información accesible y reportes periódicos. De igual manera, se recomienda incorporar metodologías sistemáticas de monitoreo de percepciones comunitarias, permitiendo evaluar de manera continua el impacto social del Proyecto y ajustar las estrategias de comunicación, participación y gestión territorial.

Particularmente para las comunidades ubicadas aguas abajo de la IMR, se sugiere fortalecer los mecanismos de articulación y comunicación directa mediante la consolidación de una matriz estructurada de seguimiento social que contemple indicadores cuantitativos, tales como el número de simulacros ejecutados, la cantidad de comunidades participantes y el porcentaje estimado de población capacitada en protocolos de evacuación, así como variables cualitativas relacionadas con la percepción comunitaria sobre la claridad de los procedimientos de aviso, el nivel de confianza en las instituciones responsables y la efectividad de las medidas de preparación implementadas. Adicionalmente, se recomienda promover espacios de gobernanza comunitaria que involucren activamente a líderes locales, brigadistas, autoridades gubernamentales y representantes del Proyecto en la planificación y toma de decisiones relacionadas con la activación de los planes de respuesta ante emergencias.

Adicionalmente, en el marco de la política de trabajo conjunto con entidades gubernamentales para la implementación de planes orientados a la gestión de la vulnerabilidad y el control de riesgos asociados a desastres naturales, se recomienda estructurar un mecanismo formal de seguimiento que consolide indicadores cuantitativos, tales como el número de planes comunitarios actualizados por período, la cantidad de simulacros ejecutados, la cobertura de comunidades vinculadas y el número de jornadas de capacitación desarrolladas en articulación interinstitucional. De igual manera, se sugiere incorporar indicadores cualitativos que permitan evaluar el grado de apropiación comunitaria de los planes, el nivel de conocimiento sobre protocolos de respuesta y la percepción frente a la coordinación entre actores gubernamentales y comunitarios en materia de gestión del riesgo.

Así mismo, se recomienda fortalecer la trazabilidad de los espacios de articulación institucional mediante el registro sistemático de mesas técnicas, acuerdos interinstitucionales, cronogramas de actualización y resultados derivados de los ejercicios prácticos, con el fin de consolidar evidencia sobre la implementación continua de las acciones desarrolladas. Finalmente, se sugiere promover la integración progresiva de los planes comunitarios con los instrumentos de planificación territorial y las estrategias públicas de gestión del riesgo, favoreciendo la coherencia programática y el seguimiento integral de las acciones implementadas en el área de influencia del Proyecto.

✂ **Salud comunitaria y articulación institucional**

Se recomienda fortalecer la coordinación con entidades de salud locales, regionales y nacionales, asegurando el intercambio oportuno de información relevante para la planificación sanitaria y la gestión de riesgos. Así mismo, se sugiere mantener programas de salud preventiva y ocupacional, integrando componentes de salud mental, control de vectores y educación comunitaria, con mecanismos de seguimiento que permitan evaluar su impacto. Se recomienda garantizar la trazabilidad de las acciones mediante registros sistematizados y fortalecer la articulación interinstitucional para asegurar la continuidad y complementariedad de los servicios de salud.

✂ **Reasentamiento, medios de vida y sostenibilidad social**

Se recomienda mantener un sistema estructurado de seguimiento a comunidades reasentadas, incorporando indicadores que permitan evaluar condiciones de vida, estabilidad socioeconómica, acceso a servicios y sostenibilidad de medios de vida en el corto, mediano y largo plazo. Así mismo, se sugiere fortalecer la trazabilidad del proceso mediante registros sistemáticos, así como documentar lecciones aprendidas y buenas prácticas para mejorar futuros procesos. Se recomienda promover la diversificación productiva, el monitoreo del uso de tierras y la seguridad jurídica, así como la participación comunitaria en la evaluación de resultados, garantizando sostenibilidad y confianza en el proceso. Adicionalmente, se recomienda continuar fortaleciendo los programas de capacitación diversificada, incorporando nuevas áreas de formación relacionadas con emprendimiento, tecnologías sostenibles y gestión comunitaria. Así mismo, se sugiere mantener mecanismos participativos de monitoreo de indicadores de calidad de vida, con el fin de evaluar la sostenibilidad de los beneficios alcanzados y fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades frente a oportunidades de desarrollo futuras, más allá del ciclo de vida del Proyecto.

✂ **Empleo local, desarrollo económico y abastecimiento**

Se recomienda fortalecer las estrategias de empleo local, inclusión laboral y capacitación, priorizando comunidades del área de influencia y grupos vulnerables, y articulando estas acciones con las necesidades reales del territorio. Así mismo, se sugiere consolidar mecanismos de seguimiento que permitan evaluar la generación de empleo, el desarrollo de capacidades y el impacto económico de las iniciativas implementadas. Se recomienda fortalecer los programas de abastecimiento local, incorporando indicadores de participación de proveedores, inversión y percepción comunitaria, contribuyendo al fortalecimiento del tejido productivo regional.

✂ **Programas sociales, educación y desarrollo comunitario**

Se recomienda retomar y fortalecer los programas de educación, capacitación, desarrollo comunitario y empoderamiento de grupos vulnerables, asegurando su alineación con los instrumentos de gestión ambiental y social. Así mismo, se sugiere estructurar mecanismos de seguimiento que permitan evaluar el alcance, eficacia y sostenibilidad de las acciones implementadas, integrando indicadores cualitativos y cuantitativos. Se recomienda

garantizar la participación comunitaria en la planificación y ejecución de estos programas, promoviendo procesos inclusivos y sostenibles.

✘ **Planificación territorial, cierre y post - cierre**

Se sugiere fortalecer la planificación de la etapa de cierre y post - cierre, incluyendo estrategias de transición laboral, diversificación productiva y sostenibilidad social.

✘ **Monitoreo social, indicadores y trazabilidad**

Se recomienda consolidar matrices estructuradas de seguimiento para las iniciativas y proyectos sociales asociados al acceso y abastecimiento de agua, incorporando indicadores cuantitativos, tales como el número de comunidades y familias beneficiadas, la capacidad de distribución del sistema y los montos de inversión ejecutados o proyectados, así como indicadores cualitativos relacionados con la percepción comunitaria sobre la calidad del servicio, la importancia del acceso seguro al agua, la confianza en la sostenibilidad de los sistemas implementados y la valoración de su impacto en las condiciones de salud y bienestar de la población. Así mismo, se sugiere mantener la trazabilidad documental de los diagnósticos, estudios e iniciativas desarrolladas, e integrar en los informes de seguimiento ambiental un resumen estructurado de las acciones implementadas, soportado mediante matrices que permitan evidenciar el avance, eficacia y efectividad de las medidas adoptadas, articulando indicadores cualitativos y cuantitativos asociados a la gestión social adelantada por el Proyecto Mina de Cobre Panamá.

✘ **Transparencia, estándares y sostenibilidad**

Se recomienda fortalecer la sistematización y divulgación de información asociada a estándares internacionales, asegurando transparencia, acceso a la información y confianza de los grupos de interés. Así mismo, se sugiere consolidar repositorios digitales, reportes periódicos y mecanismos de evaluación que permitan evidenciar el desempeño del Proyecto en materia de sostenibilidad, derechos humanos y responsabilidad social. Se recomienda articular estas acciones con los espacios de comunicación comunitaria, fortaleciendo la percepción de legitimidad y la confianza en la gestión del Proyecto.

14.3 RECOMENDACIONES COMPONENTE C

Para fortalecer el seguimiento y control en la dimensión técnica y operativa, y en coherencia con el estado actual del Plan de Preservación y Gestión Segura del proyecto Mina de Cobre Panamá, se formulan las siguientes recomendaciones estratégicas. Estas se sustentan en un enfoque integrado de ingeniería de minas y metalurgia, alineado con los estándares de CRIRSCO y las directrices de Cierre Integrado del ICMM.

14.3.1 Implementación de Mantenimiento Predictivo Proactivo (Life Safety)

Se recomienda fortalecer el programa de monitoreo de activos críticos mediante el uso de análisis de ultrasonido y termografía en los sistemas que funcionen con flujos de líquidos y energía a alta presión, como son los sistemas de bombeo y los de generación eléctrica. Esto asegura que los equipos de emergencia, como los de inundación y contención de

diferentes tipos de derrames, estén disponibles todo el tiempo, protegiendo al personal que realiza labores de mantenimiento en áreas remotas.

14.3.2 Optimización del Sistema de Gestión de Aguas

Es imperativo realizar un mantenimiento preventivo de limpieza en toda la red de canales perimetrales y pozas, para mantener la sedimentación en niveles aceptables y evitar reducir sus capacidades, todo esto antes del inicio de la temporada de alta pluviosidad. La recomendación técnica incluye la automatización de los sensores de nivel en la IMR (Presa de Relaves) para obtener datos en tiempo real que permitan una respuesta inmediata ante alertas hidrológicas. De igual manera se debe garantizar el óptimo funcionamiento del sistema de predicción de tormentas eléctricas y de envío de señales para quienes desarrollan actividades en áreas abiertas y no protegidas para evacuaciones seguras.

14.3.3 Actualización Dinámica del Plan de Cierre Integrado

Se recomienda mantener la revisión anual y sectorizada por niveles de avance en diferentes áreas del Plan de Cierre que incorpore los riesgos específicos derivados del estado de cuidado y mantenimiento. Esto debe incluir la validación de la viabilidad de la sapolita almacenada (Compromiso 13251) y mantener las garantías financieras para cubrir pasivos ambientales potenciales durante el periodo de inactividad.

14.3.4 Fortalecimiento de la Protección Catódica y Trazabilidad de Ductos

Dados los altos niveles de abrasividad interna en el mineroducto ocasionados por el tipo de material que conducen y para asegurar el compromiso de transporte de bajo riesgo, se recomienda la instalación de estaciones de monitoreo remoto para que la protección catódica mantenga su funcionalidad. Esto permitirá detectar zonas de desgaste de manera instantánea, evitando la degradación del acero del mineroducto y previniendo fallas y derrames que podrían causar daños al ecosistema terrestre y marino.

14.3.5 Cultura de Seguridad

Implementar un sistema de auditorías internas cruzadas entre departamentos (Geotecnia, Planta y Ambiental) para validar que los procedimientos del PGS se ejecutan con rigor técnico. El sistema debe basarse en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar), utilizando los hallazgos de esta auditoría para cerrar brechas operativas.

14.3.6 Dimensión Técnica y de Integridad de Activos

Implementación de un Gemelo Digital (Digital Twin): Se recomienda robustecer y reforzar un modelo digital alimentado por sensores en tiempo real para simular el comportamiento estructural de la IMR (Presa de Relaves) y los tajos bajo eventos climáticos extremos. Esto permite un control predictivo sobre la estabilidad física sin necesidad de presencia física constante en áreas de riesgo.

Pruebas de Fatiga y Corrosión en el Mineroducto: Dado que el concentrado es abrasivo, se debe implementar un programa de inspección mediante "PIGs" inteligentes (herramientas de inspección interna) para medir el desgaste del espesor de pared de la

tubería de alta presión, asegurando que no existan puntos críticos de falla por estancamiento de pulpa durante el mantenimiento.

Estabilidad de taludes y monitoreo geotécnico del Proyecto: Se recomienda al Proyecto Mina de Cobre Panamá continuar fortaleciendo los programas de monitoreo geotécnico asociados a la estabilidad de taludes e infraestructura crítica, asegurando la actualización permanente de los criterios de diseño, evaluación y seguimiento conforme a la normativa nacional vigente y sus futuras modificaciones, así como a las buenas prácticas y estándares internacionales aplicables.

Protocolos GISTM y umbrales críticos: Se recomienda mantener y fortalecer los sistemas de instrumentación geotécnica y la generación de reportes periódicos alineados con los lineamientos del Global Industry Standard on Tailings Management (GISTM), incorporando protocolos de actuación ante umbrales críticos definidos con base en la información proveniente de piezómetros, inclinómetros y demás instrumentos de monitoreo. Dichos protocolos deberán establecer criterios claros para la toma de decisiones y ser revisados y certificados por profesionales idóneos con experiencia en geotecnia.

14.3.7 Dimensión Ambiental y Gestión de Recursos

Balance Hídrico Dinámico y Predictivo: El control ambiental debe evolucionar de un reporte estático a un modelo de balance de aguas dinámico que integre pronósticos meteorológicos de corto plazo. Esto es vital para gestionar los niveles de las pozas de sedimentación y para un control integral y optimizado de las aguas de contacto.

Monitoreo Satelital de Cobertura Vegetal y Erosión: Se recomienda el uso de imágenes satelitales de alta resolución y/o multiespectrales para monitorear el avance y efectividad del cierre progresivo y detectar focos de erosión en áreas como botaderos de estéril antes de que fallen.

14.3.8 Dimensión de Operaciones y Seguridad

Auditorías de Sistemas de Energía de Emergencia: El control operacional debe garantizar que el sistema de apagado seguro (Safe Shutdown) y las bombas de achique críticas cuenten con redundancia energética real. Se recomienda realizar simulacros de pérdida de energía total para validar los tiempos de respuesta de los generadores de respaldo y la autonomía de las válvulas del mineroducto.

Gestión de Inventarios de Materiales Peligrosos: Continuar con el control estricto sobre el almacenamiento de reactivos remanentes. La recomendación técnica es el retiro o neutralización de químicos con fecha de caducidad próxima para evitar riesgos de reactividad química o fugas por degradación de contenedores.

14.3.9 Dimensión de Cierre y Gobernanza (Estándar ICMM)

Validación de la Base de Conocimientos: Según el ICMM, el seguimiento debe enfocarse en cerrar las brechas de información sobre el comportamiento geoquímico de largo plazo de la roca estéril (especialmente la saprolita). Se recomienda robustecer la instalación y el

óptimo funcionamiento de celdas de prueba en campo para cuantificar el comportamiento de la lixiviación real bajo las condiciones de lluvia de Panamá.

Actualización del Registro de Riesgos y Pasivos: El seguimiento técnico debe incluir una revisión trimestral del registro de riesgos ambientales. Esto asegura que cualquier desviación detectada en el PGS sea valorada económicamente y mitigada de inmediato, evitando que se convierta en una carga financiera o ambiental irreversible para el Estado.

14.4 RECOMENDACIONES COMPONENTE D

Con base en los resultados presentados en la **Tabla 12-2. Matriz Resumen de Evaluación de la Gestión de Riesgos del Proyecto Mina de Cobre Panamá**, incluida en el **Tomo 12** del presente Informe Final, se consolidó el análisis de los riesgos legales, laborales y tributarios; ambientales; reputacionales; comunitarios; y de seguridad y salud ocupacional (operacional y técnico), permitiendo establecer el nivel de conformidad/cumplimiento y el grado de gestión alcanzado para cada una de estas categorías.

Los resultados obtenidos evidencian que las categorías asociadas a seguridad y salud ocupacional (operacional y técnico) y reputacional presentan los niveles de conformidad/cumplimiento más bajos dentro del componente evaluado, alcanzando una condición de Cumplimiento Parcial. Por su parte, los riesgos legales, laborales y tributarios; ambientales; y comunitarios registran un nivel de Cumplimiento Mayor, reflejando la existencia de mecanismos de gestión y control que contribuyen a su administración y seguimiento.

Considerando que la categoría de seguridad y salud ocupacional (operacional y técnico) obtuvo el menor nivel de conformidad/cumplimiento (81,67), se recomienda fortalecer los controles operacionales asociados a las actividades mineras y de mantenimiento, particularmente en aquellas áreas donde existe interacción permanente entre equipos pesados, medianos y livianos. En este sentido, resulta conveniente continuar robusteciendo el uso de tecnologías orientadas a la prevención de incidentes, tales como sistemas de detección de proximidad, monitoreo de interacción entre equipos y herramientas de control de fatiga y microsueño para operadores y conductores, con el propósito de fortalecer las condiciones de seguridad operacional y reducir la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados.

Respecto a la categoría reputacional (83.00), se recomienda continuar fortaleciendo las estrategias de relacionamiento institucional y comunitario, promoviendo espacios de diálogo, participación y articulación con las comunidades del área de influencia, así como con las entidades gubernamentales competentes. De igual manera, se considera pertinente mantener y fortalecer las iniciativas relacionadas con desarrollo local, economía circular, formación y capacitación de talento humano, salud, educación y demás programas que contribuyan al fortalecimiento de la confianza y legitimidad del proyecto frente a sus grupos de interés.

Finalmente, para las categorías legales, laborales y tributarias; ambientales; y comunitarias, las cuales alcanzaron un nivel de Cumplimiento Mayor, se recomienda mantener y fortalecer los mecanismos de seguimiento y control actualmente implementados, con el fin de asegurar la sostenibilidad de los resultados obtenidos, prevenir desviaciones en el

cumplimiento de los compromisos y requisitos aplicables, y minimizar la materialización de riesgos que puedan afectar el desempeño integral del proyecto.

----- CIERRE DE INFORME -----