



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

PROPUESTA DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES PARA LA REMEDIACION DE PASIVOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA VIA FERREA LA OROYA – CERRO DE PASCO EN EL TRAMO V DEL PK 50 AL PK 80, PERIODO 2022-2023

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales, Biorremediación

Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Edith Palacios Martínez

Asesor:

María Mercedes Paricoto Simón

(ORCID: 0000-0002- 7675-7558)

Jurado:

Reyna Mandujano, Samuel

Mendoza Garcia, José

Garcia Vilca, Godilia Teresa

Lima – Perú

2023

PROPUESTA DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES PARA LA REMEDIACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS EN LA VÍA FERREA LA OROYA - CERRO DE PASCO EN EL TRAMO V DEL PK 50 AL PK 80, PERIODO 2022 - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.camara.gov.co Fuente de Internet	1%
4	qdoc.tips Fuente de Internet	1%
5	www.minem.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	1%
7	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "PMA de la Estación de Compresión Nuevo Mundo - Primera Etapa-IGA0002141", R.D. N° 354-2013-MEM/AAE, 2022	1%

INDICE

Resumen	6
Abstract	7
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Trayectoria del Autor	9
1.2. Descripción de la empresa	12
1.3. Organigrama de la empresa	13
1.4. Áreas y funciones desempeñadas	14
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Objetivos	16
2.1.2 Objetivo General	16
2.1.3 Objetivos Específicos	16
2.3. Justificación	17
2.4. Marco teórico	18
2.4.1. Bases teóricas	18
2.4.2. Definiciones	21
2.4.3. Términos	22
2.5. Descripción del proyecto	22
2.5.1. Descripción del problema	22
2.5.2. Ubicación del entorno donde se ubican los pasivos	24
2.6. Metodología	26

	3
2.6.1. Etapa 1: Recolección de datos	27
2.6.2. Etapa 2: Diagnostico preliminar	27
2.6.3. Etapa 3: Reuniones con los representantes con las comunidades	33
2.6.4. Etapa 4: Evaluación del nivel de significancia	33
2.6.5. Etapa 5: Propuestas de alternativas de remediación	40
2.6.5.1 Desarrollo de alternativas de las propuestas de remediación	40
2.6.5.2 Propuesta de alternativas para el tratamiento de aguas acidas	43
2.6.5.3 Propuesta de alternativas de remediación para el material sulfuroso	44
2.7. Resultados	45
2.7.1. Etapa 1: Recolección de datos	45
2.7.2. Etapa 2: Diagnostico preliminar	49
2.7.3. Etapa 3: Identificación y caracterización	51
2.7.4. Etapa 4: Evaluación del nivel de significancia	53
2.7.5. Etapa 5: Análisis de las alternativas de remediación propuestas	53
III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	57
IV. CONCLUSIONES	59
V. RECOMENDACIONES	61
VI. BIBLIOGRAFIA	62
VII. ANEXOS	64

Índice de tabla

Tabla 1	Atributos del impacto ambiental.....	34
Tabla 2	Importancia del impacto	36
Tabla 3	Importancia del impacto	37
Tabla 4	Métodos de control para las aguas acidas.....	44
Tabla 5	Secciones de la vía férrea con presencia de material sulfurosos	46
Tabla 6	Cálculo de volumen de material contaminado	47
Tabla 7	Estaciones de monitoreo de calidad de suelos.....	49
Tabla 8	Parámetros de analizados.....	49
Tabla 9	Resultado de monitoreo de calidad de agua	50
Tabla 10	Análisis de las alternativas de remediación propuestas	55

Índice de figuras

Figura 1	Ruta de la empresa ferroviaria.....	12
Figura 2	Presencia de material sulfuroso y formación de aguas acidas.....	23
Figura 3	Ubicación y de los pasivos a lo largo de la vía férrea en tramo V.....	25
Figura 4	Etapas para la propuesta de alternativas de remediación.....	26
Figura 5	Se presenta la sección típica de la vía férrea.....	28
Figura 6	Formación de las aguas acidas.....	29
Figura 7	Ubicación de las secciones con material sulfurosos.....	30
Figura 8	Resultados de la evaluación del nivel de significancia.....	39
Figura 9	Esquema de formación del deterioro ambiental.....	42
Figura 10	Se muestra la ficha de caracterización de pasivos.....	52

Resumen

El presente informe tiene como objetivo general proponer alternativas de remediación sostenibles para los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya - Cerro de Pasco en el tramo V del PK 50 al PK 80. El informe se desarrolló y organizó en 5 etapas, utilizando el método de enfoque de tipo descriptivo pretendemos identificar y mostrar las características objetivamente sin pretender su intervención en la misma, asimismo, explicativo porque busco demostrar que la zona donde se ubican los pasivos presenta espacios de deterioro ambiental y requiere acciones inmediatas de remediación. Se identificó y caracterizó 24 secciones de la vía férrea con presencia de material sulfuroso (pasivos), y que al pasar de los años e interactuar con el medio donde se ubican, estas empezaron a desprender aguas ácidas lo que ha ido generando espacios de deterioro ambiental, siendo los principales receptores de esta contaminación el ecosistema de la zona. Finalmente se propuso tres alternativas para la remediación que fueron: a) Encapsulamiento de las secciones con material sulfuroso, b) Recolección y neutralización de las aguas ácidas, y c) Retiro físico del material sulfuroso presente, procediéndose a evaluar cada una de ellas, a fin de que el titular responsable de la remediación pueda elegir la alternativa más favorable que le permita implementar acciones de remediación.

Palabras claves: balasto, pasivo ambiental, pk, remediación, sostenible.

Abstract

The general objective of this report is to propose sustainable remediation alternatives for the environmental liabilities identified on the La Oroya - Cerro de Pasco railway in section V from PK 50 to PK 80. The report was developed and organized in 5 stages, using the descriptive approach method we aim to identify and show the characteristics objectively without seeking intervention in it, likewise, explanatory because I seek to demonstrate that the area where the liabilities are located presents spaces of environmental deterioration and requires immediate remediation actions. It was identified and I characterized 24 sections of the railway track with the presence of sulfurous material (passives), and that as the years went by and interacted with the environment where they are located, they began to release acidic waters, which has generated spaces of environmental deterioration, being the The main recipients of this pollution are the ecosystem of the area. Finally, three alternatives were proposed for remediation, which were: a) Encapsulation of the sections with sulfurous material, b) Collection and neutralization of the acidic waters, and c) Physical removal of the sulfurous material present, proceeding to evaluate each of them, in order to that the owner responsible for the remediation can choose the most favorable alternative that allows him to implement remediation actions.

Keywords: ballast, environmental liability, pk, remediation, sustainable.

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos productivos de las empresas, para ir desarrollando las diferentes actividades económicas, generan necesariamente un impacto en su entorno, sea de manera directa o indirecta, debido a los diversos recursos que demandan o la intervención que producen. La legislación de cada sociedad ha establecido límites a estos impactos, y establecido la modalidad de repararlos, restituirlos o suplementarlos para disminuir o paliar sus efectos, por lo general negativos, sobre el medio ambiente, la sociedad y la sostenibilidad de nuestros entornos (MINAM, 2019).

El concepto de pasivo ambiental desencadena una conversación amplia sobre quien debería hacerse cargo la responsabilidad por el daño ambiental y cuáles podrían ser los problemas si no se reconocen los pasivos ambientales, sin embargo, la responsabilidad se extiende más allá de la contaminación e incluye prácticas ambientales nocivas debido a que estos aspectos no se tienen en cuenta. (Eslava,2021).

La construcción del ferrocarril comienza con lastre o base o plataforma de balasto, que forma una capa compactada de grava granulada según sus requisitos técnicos, sobre la que se colocan los propios carriles o carriles, traviesas. Estos materiales incluyen, entre, otros, otras obras de ingeniería como puentes, viaductos y túneles, así como equipos de electrificación, señalización, seguridad y telecomunicaciones, así como algunos elementos que proporcionan iluminación en zonas específicas o cercanas a ciudades.

Desde hace algún tiempo el tramo V, viene siendo una preocupación para los pobladores que se ubican dentro de la zona de estudio, debido a la presencia de aguas contaminadas originados por la oxidación del material sulfuroso contenido en varias secciones de la vía en los tramos que corresponde del PK 50 al PK 80. Estas aguas contaminadas se

acumulan para luego discurrir hacia los terrenos aledaños, especialmente en el periodo de lluvias, este material sulfuroso en la vía férrea es considerado como pasivo ambiental, debido a que la anterior empresa ferroviaria que operaba en la vía férrea, usaba en el terraplén y balasto de la vía férrea dicho material, esto para darle consistencia a la vía férrea.

En tal sentido el informe tiene por objetivo proponer alternativas de remediación sostenibles que favorecerán la remediación de pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80.

1.1. Trayectoria del Autor

El autor presenta la siguiente trayectoria.

Empresa: Ecoconsult Perú SAC

Actividad: Elaboración de estudios ambientales para diversos sectores

Cargo: Coordinadora de Proyectos Ambientales

Periodo de labor: febrero 2008 – octubre 2010

Funciones:

- Asesorar a empresas o instituciones en la elaboración de matriz de requisitos ambientales.
- Asesorar a empresas y organizaciones en la implementación de sistemas de gestión ambiental (SGA).
- Elaborar estudios de evaluación de impacto ambiental (EIA).
- Elaborar informes de monitoreo ambiental.
- Formar a trabajadores de las empresas en la identificación de sus aspectos ambientales de acuerdo a la actividad que vienen desarrollando.
- Elaborar diagnóstico de línea base para proyectos ambientales.

- Implementar sistemas de gestión integrado para el rubro industrias.
- Brindar capacitación en materia ambiental a las empresas del sector industrias transportes.
- Calcular la viabilidad, técnica, económica y legal del proyecto en materia ambiental.
- Proponer soluciones y mejoras para la aplicación de las medidas de control, a fin de reducir el daño ambiental generado por los aspectos ambientales de las actividades de las empresas.
- Desarrollar e implementar planes de manejo de residuos sólidos para el Sector Transportes y Agricultura.

Empresa: Ferrovías Central Andina SA

Actividad: Mantenimiento y rehabilitación de vía férrea.

Cargo: Asistente Asuntos Ambientales

Periodo de labor: febrero 2011 – febrero 2016

Funciones:

- Coordinar el cumplimiento del programa de capacitación y sensibilización a los colaboradores de la empresa.
- Elaborar e implementar el Plan de Manejo de Residuos para la empresa.
- Elaborar de la línea base del sistema de gestión ambiental en la norma ISO 14001.
- Mantener el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) de la empresa.
- Elaborar las matrices de identificación de aspectos e impactos ambientales.
- Mantener el programa de Medio Ambiente.
- Coordinar el cumplimiento del programa de monitoreo ambiental.
- Asistir a la Gerencia del Departamento de SSOMA.

Empresa: Ferrocarril Central Andino SA.

Actividad: Transporte de materiales por vía férrea

Cargo: Coordinadora de Asuntos Ambientales.

Periodo de labor: marzo 2016 – actualidad.

Funciones:

- Coordinar del Programa de Medio Ambiente de la empresa.
 - Coordinador General del Sistema de Gestión en Medio Ambiente en todas las unidades del Ferrocarril del Centro (Callao, Chosica, Oroya, Cerro de Pasco y Huancayo).
 - Coordinar del Programa de Monitoreo Ambiental en todas las unidades del Ferrocarril del Centro (Callao, Chosica, Oroya, Cerro de Pasco y Huancayo).
 - Coordinar la Ejecución de Plan de Manejo de Residuos Sólidos para el Ferrocarril del Centro.
 - Gestionar las compras y servicios para la gestión en Medio Ambiente del Ferrocarril del Centro.
 - Elaborar de Informes de Respuesta al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 - Coordinar el desarrollo del instrumento de Gestión Ambiental para el Ferrocarril del Centro.
 - Gestionar y coordinar los programas de Relaciones Comunitarias del área de influencia directa del Ferrocarril del Centro.
 - Elaborar informes de sitios contaminados en el tramo V del Ferrocarril del Centro.
 - Mantener el cumplimiento de la Matriz de Requisitos Ambientales.
- Coordinar las charlas de capacitación en medio ambiente a los colaboradores de la empresa.

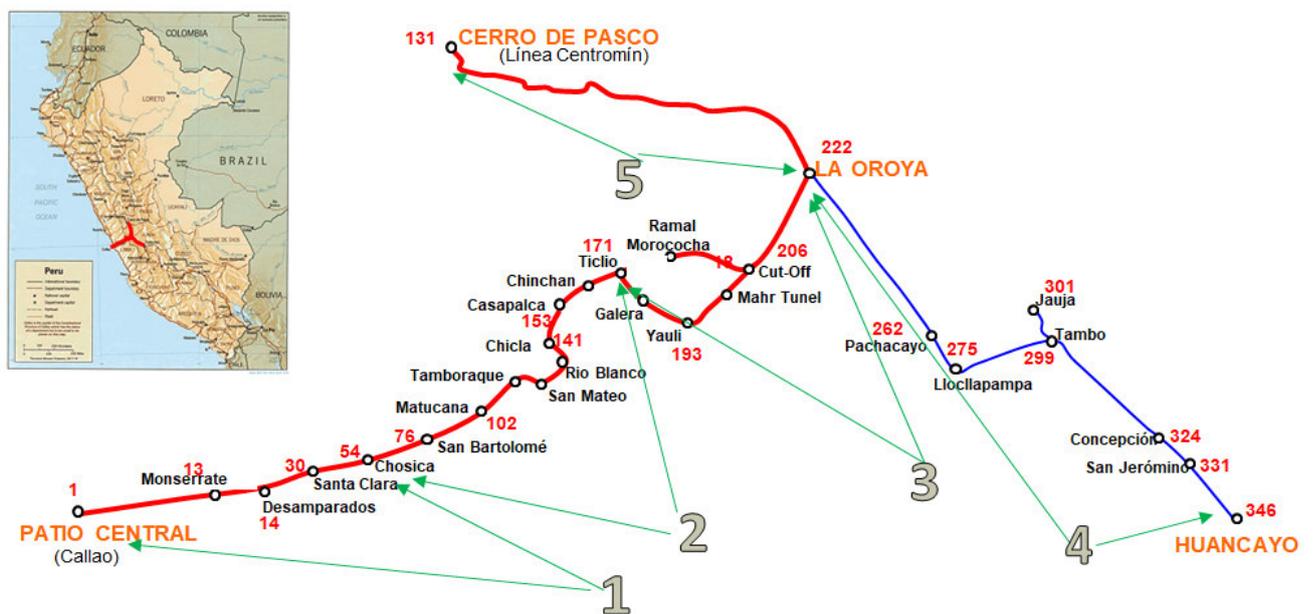
1.2. Descripción de la empresa

La empresa en la cual se desarrolló el presente informe corresponde a una empresa ferroviaria.

Empresa Ferroviaria., que actualmente es el operador ferroviario del Ferrocarril del Centro, dedicada a prestar servicio de transporte de carga, materiales y pasajeros (en épocas festivas) por vía férrea, este transporte se desarrolla en las rutas de Lima – La Oroya – Cerro de Pasco y Huancayo, siendo la distribución de los tramos la siguiente:

Figura 1

Ruta de la empresa ferroviaria.



Nota. Tomado del Manual de Vías Férreas de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

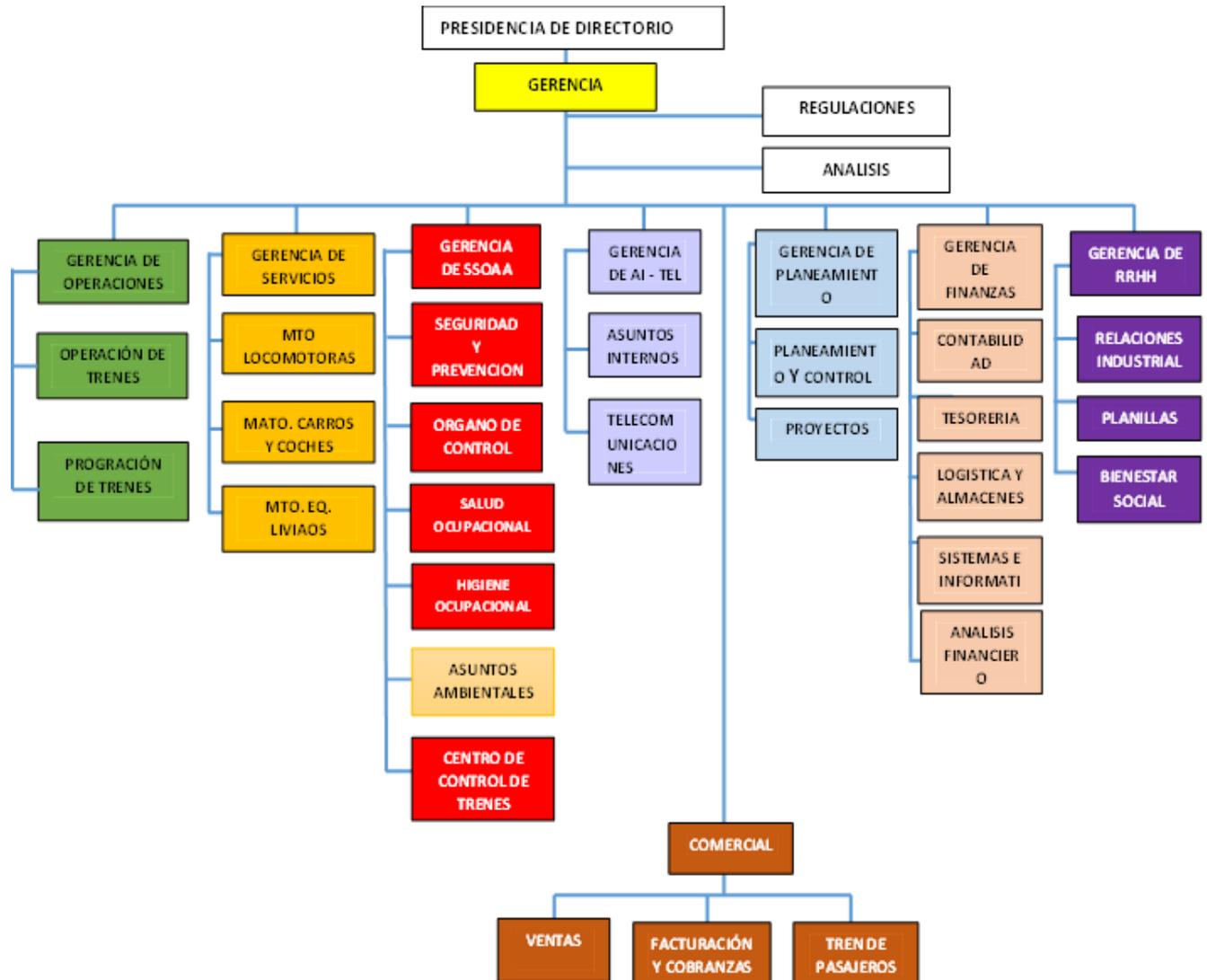
Misión y visión de la empresa

MISIÓN: “Consolidar una imagen empresarial responsable y de relaciones sólidas con nuestros Clientes a través de un servicio personalizado y un compromiso de respeto con las comunidades que se ubican en nuestro entorno”

VISIÓN: “Ser una empresa líder en el transporte ferroviario de carga y pasajeros en el Perú y América a través de un servicio con seguridad, calidad y eficiencia.”

1.3. Organigrama de la empresa

Organigrama de la empresa ferroviaria.



Nota. Tomado del Manual de Vías Férreas de la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Área. El autor pertenece al área de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, es el órgano encargado de hacer cumplir las normas vigentes, como proponer, dirigir y supervisar las políticas de seguridad, salud y medio ambiente, gestionar los recursos para el cumplimiento de los programas del sistema de gestión, promover la protección y conservación del medio ambiente, asimismo promover un entorno de trabajo seguro y saludable, a fin de mantener la mejora continua de la organización optimizando y contribuyendo al desempeño del Sistema de Gestión Integrado.

Funciones. El autor se desempeña desde el año 2016 hasta la actualidad como Coordinador de Asuntos Ambientales cumpliendo las siguientes funciones:

- Coordinar el Programa de Medio Ambiente de la empresa.
- Mantener el Sistema de Gestión en Medio Ambiente en todas las unidades del Ferrocarril del Centro (Callao, Chosica, Oroya, Cerro de Pasco y Huancayo).
- Ejecutar del Programa de Monitoreo Ambiental en todas las unidades del Ferrocarril del Centro (Callao, Chosica, Oroya, Cerro de Pasco y Huancayo).
- Ejecutar de Plan de Manejo de Residuos Sólidos para el Ferrocarril del Centro.
- Gestionar las compras y servicios para la gestión en Medio Ambiente del Ferrocarril del Centro.
- Elaborar de informes de respuesta al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Coordinar el desarrollo del instrumento de Gestión Ambiental para el Ferrocarril del Centro.
- Coordinar y ejecutar y los programas de Relaciones Comunitarias del área de influencia directa del Ferrocarril del Centro en todas las en todas las unidades del Ferrocarril del Centro (Callao, Chosica, Oroya, Cerro de Pasco y Huancayo).

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECIFICA

El presente informe tiene por objetivo proponer alternativas de remediación sostenibles que favorecerán la remediación y mitigación pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80, donde se identificará y mostrará las características objetivamente de los pasivos, para luego determinar su nivel de significancia en el entorno donde se ubica, que conllevará a la propuesta de alternativas de remediación. El desarrollo del informe tuvo el siguiente procedimiento:

- Recolección de datos y visitas de campo.
- Identificación del problema.
- Formulación de los objetivos.
- Aplicación del método.
- Propuesta de las alternativas de remediación.
- Obtención de resultados.

2.1. Antecedentes

Investigaciones internacionales

Cárdenas Puerto, E. A., & Piñeros Díaz, C. A. (2019).en su investigación Diseño de una Metodología, que permita la identificación y la valorización de los pasivos ambientales huérfanos petroleros mediante el uso de una plataforma digital” para la Universidad de América, en Colombia, aplicando una investigación descriptiva, sobre pasivos ambientales en estado de abandono, producto de explotación petrolera en la zona, formula procedimientos que servirán de base en Colombia, para mejorar la forma de encarar estos problemas dentro del costo/beneficio económico de las empresas que los generan y que puedan asumirlos de manera responsable y eficiente. La metodología que implica la formulación de una plataforma digital resolverá la escasez de información relevante para diagnosticar los responsables de todo pasivo

ambiental a partir de su implementación y permitirá desarrollar procesos control de la gestión operativa empresarial, pública y privada con el objeto de cautelar que los pasivos ambientales sean adecuadamente caracterizados y remediados considerando en sus costos económicos los necesarios para resolverlos.

Investigaciones nacionales recientes

Anibal, S., & Alania, G. (2018). Remediación de los pasivos ambientales mineros generados por la ex unidad minera Lichicocha activos mineros, con fines de disminuir los lixiviados a la subcuenca del río Santa Eulalia y cuenca del río Rímac” para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, con la finalidad de superar el irregular cierre de mina y resolver los pasivos ambientales dejados, inventarió más de 30 focos de impacto, restaurando taludes, produciendo rellenos en determinados cortes, tapones en bocaminas, los cuales determinaron la recuperación de la flora y fauna de la zona que venía afectándose, así como las aguas de fuentes cercanas, fenómenos que se vieron en franca recuperación tras la reducción de los pasivos mineros abandonados.

2.2. Objetivos

2.1.2 Objetivo General

- Proponer alternativas de remediación sostenibles que favorecerán la remediación de pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80.

2.1.3 Objetivos Específicos

- Identificar y caracterizar los pasivos ambientales ubicados en las secciones de la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80.
- Evaluar del nivel de significancia por la presencia del material sulfuroso en el entorno donde se ubican.

- Evaluar las alternativas de remediación propuestas para los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80.
- Seleccionar de las 03 alternativas propuestas para la remediación, la alternativa más sostenible en el tiempo.

2.3. Justificación

Justificación teórica: los elementos teóricos y técnicos para el diagnóstico y caracterización de pasivos ambientales son una herramienta poderosa que nos permite evaluar satisfactoriamente los problemas que generan como impacto ambiental las obras de envergadura; como las redes ferroviarias que pudieron no haber observado determinadas condiciones constructivas, y permiten su evaluación sistemática para encontrar soluciones adecuadas y apropiadas a la circunstancia y necesidad de sostener dichas obras en un entorno amigable y de responsabilidad ambiental.

Justificación práctica: La observación y evaluación diagnóstica de las caracterizaciones efectuadas de los pasivos ambientales nos permitirán identificar su vigencia, contrastar su utilidad y formular en base a este diagnóstico propuestas prácticas para resolver el problema estudiado. Su correcta aplicación y evaluación permitirá proyectar este tipo de estudios a otras áreas, proyectos ferroviarios u otras obras que pudieran presentar situaciones controversiales por impactos negativos en el medio ambiente.

Justificación metodológica: El diseño descriptivo, transversal de los elementos como son la caracterización de pasivos ambientales, para lograr a través de ellos un diagnóstico de estos pasivos resulta una metodología válida y útil para formular alternativas de solución suficientemente consistentes y viables por la metodología científica con que se formulan.

Justificación social: en entorno y hábitat en que se desarrolla y sostiene la actividad ferroviaria, así como su utilidad económica y de transportes, hace que sea importante ejecutar este informe para permitir sostener y dotarla s de sostenibilidad con la suficiente responsabilidad social que corresponde a toda obra de esta naturaleza, importancia y trascendencia.

Justificación ambiental: la necesidad de mantener y promover el mantenimiento de la actividad ferroviaria, cuidando los entornos ambientales, minimizando sus impactos negativos y buscando que este impacto se torne en favorable es tarea de quienes nos formamos en la doctrina del cuidado ambiental de la acción humana sobre la naturaleza y entornos en que nos desarrollamos

2.4. Marco teórico

2.4.1. Bases teóricas

Investigaciones internacionales de teorías pertinentes.

Los estudios y precisión conceptual de los pasivos ambientales son de reciente fecha. En la década de los '80 aparecen las primeras teorías concretas en defensa del desarrollo sostenible y la teoría de la sostenibilidad de la humanidad, a partir del impacto que produce el desarrollo y crecimiento económico en la vida del planeta. Esta teoría se denominó por entonces del “desarrollo sustentable” (Brundtland, 1987). Es allí cuando se sembraron las primeras bases del principio del término “pasivos ambientales”.

Así, “pasivo ambiental” es definido como el daño ambiental, en los diferentes espacios y modos que integran el entorno (agua, suelo, aire) con el consistente deterioro de sus recursos y características naturales, sus ecosistemas; los cuales son generados por todo tipo de actividad pública o particular, durante su funcionamiento cotidiano o sucesos imprevistos a lo largo de sus quehaceres, y que esté al momento de su calificación en estado de abandono por los

responsables o actores que generaron estos desequilibrios.

La teoría de los pasivos ambientales es significativa por su utilidad económica, social y ratificatoria que ha establecido la doctrina del cuidado del ambiente, en materia de sostenibilidad y desarrollo sustentable, por lo que su vigencia sirvió para generar una condición económica de costo/beneficio en el desarrollo de su actividad privada o pública que sirviese de límite para determinar su verdadera rentabilidad, considerando el costo de reparar el daño infligido a su entorno.

Asimismo, estos estudios contemporáneos revisan dentro de la teoría de “pasivos ambientales” las acciones adoptadas frente a las distintas etapas del daño emergente y los indicadores de reparación o evolución con respecto a las acciones de reparación, contención, mitigación o recuperación.

De esta manera, este conjunto de características viene a ser las dimensiones de la caracterización de pasivos ambientales y su remediación, en base a las cuales se definirán las estrategias de solución que puedan plantearse para mejorar los entornos del medio ambiente.

Investigaciones nacionales de teorías importantes.

En el Perú, los estudios, normatividad y avances en materia de derecho ambiental, se han orientado principalmente a los generados por efecto de los impactos mineros, dada la característica predominante de dicha actividad en nuestro entorno socioeconómico y productivo. Sin embargo, numerosos investigadores han aportado elementos de revisión y aplicación de estos principios, normas, regulaciones y acciones de caracterización, remediación y mitigación a otros ámbitos como el sector maderero, pesquero, transportes, y agropecuario.

Según el marco normativo Ley N° 28721 que regula los pasivos de las actividades mineras, los pasivos ambientales clasifican en activos, abandonados o inactivos. Depende esta clasificación de la situación de la fuente que generó el mismo, y las condiciones persistentes

del daño. Es activo, cuando el daño, latente y presente, puede estar acrecentándose, empeorando o se mantiene vigente, en el marco de la continuación de las actividades económicas, sociales, o edificaciones que lo generaron. Es abandonado, cuando quienes generaron el daño ambiental dejaron las actividades económicas o sociales en el entorno y con ese abandono, dejaron el daño ambiental sin repararlo ni hacer nada efectivo por superar el mismo. Y es inactivo, cuando el daño se mantiene, así como la persistencia de las actividades sociales o económicas que lo generaron, pero no se han adoptado las medidas para repararlo, y se espera su remisión de manera automática o sin intervención.

Después de la ley que precisa el concepto de pasivo en el Perú, la Resolución 362-2017 MTC/01.02 (15/05/2017) que en su Anexo 08 establece la Ficha de Pasivo Ambiental, el cual se constituye en nuestro instrumento de recolección de datos, y revisar la legislación correspondiente, entre otros, como el D.S. 004-2017-MTC, en el V Título del mismo como “cierre de actividades” y “actividades de remediación ambiental”, que en su II Capítulo “De los Pasivos Ambientales del Sector Transportes”, establece los procedimientos en el marco de la ficha empleada, queda evidenciado que los parámetros que caracterizan la evaluación diagnóstica de los pasivos ambientales, son los siguientes:

Extensión: entendida como el área relativa afectada por el daño ambiental que debe reparar la institución que ocasiona este perjuicio al medio ambiente. Los ítems respectivos nos llevarán a una indicación de la condición de extensión reducida, media o alta, con lo que quedan identificadas las características que otros autores denominan volumen, medida o dimensión del daño ambiental.

Duración: la cual es una condición de tiempo y nos permite conocer la identificación de la durabilidad del proceso lesivo al medio ambiente. En este sentido registra tres ítems los cuales son: temporal, permanente en el mediano plazo o permanente.

Intensidad: la cual es el potencial de ser indicador de la fortaleza con que se desarrollan los eventos perjudiciales sobre el entorno afectado. Así, ésta es considerada de intensidad baja, moderada o alta.

Reversibilidad: el cual, es el grado con que un daño es potencialmente subsanable. Este tiene la condición de reversible, parcialmente reversible o irreversible.

2.4.2. Definiciones

Pasivo ambiental. es el conjunto de los daños ambientales, en términos de contaminación del agua, del suelo, del aire, del deterioro de los recursos y de los ecosistemas, producidos por una empresa, durante su funcionamiento o por accidentes imprevistos, a lo largo de su historia. En términos de responsabilidad ambiental, es una deuda pendiente por el daño infligido a un espacio geográfico determinado, poniendo en riesgo su sostenibilidad (Eslava,2021).

PK. punto geográfico localizado en unas coordenadas específicas y al que se asocia una numeración ordinal que empieza en 0 a partir de una estación ferroviaria, bifurcación o tramo determinado, establecido en relación de una unidad determinada. (Manual de Vías Férreas del Ferrocarril Central Andino SA).

Vía férrea. instalación física a través de la cual circulan o se desplazan los trenes, sus vagones, y sus equipamientos o unidades para transportar carga, personas, o bienes en general. Su naturaleza y estructura corresponde a la correspondiente al tipo de unidades de transporte que van a emplear dicha vía. (Manual de Vías Férreas del Ferrocarril Central Andino SA)

Balasto. constituye la base de las vías férreas y están compuestos por diversos materiales (piedra chancada), su fin es proporcionar un buen apoyo a la estructura de vía y debe cumplir las siguientes características: a) transmita y distribuya la carga de la vía y material rodante a la plataforma b) proporcione un adecuado drenaje a la vía c) Mantenga a la vía en su

correcto alineamiento y nivelación transversal, y d) longitudinal. (Manual de Vías Férreas del Ferrocarril Central Andino SA).

Terraplén de la vía. Relleno de tierra, roca, conglomerada y otros de sección trapezoidal, construida para conformar la plataforma donde se ubica la vía férrea. (Manual de Vías Férreas del Ferrocarril Central Andino SA).

2.4.3. Términos

MINAM: Ministerio del Ambiente

PK: Poste kilómetro.

MTC: Ministerio de transportes y comunicaciones.

2.5. Descripción del proyecto

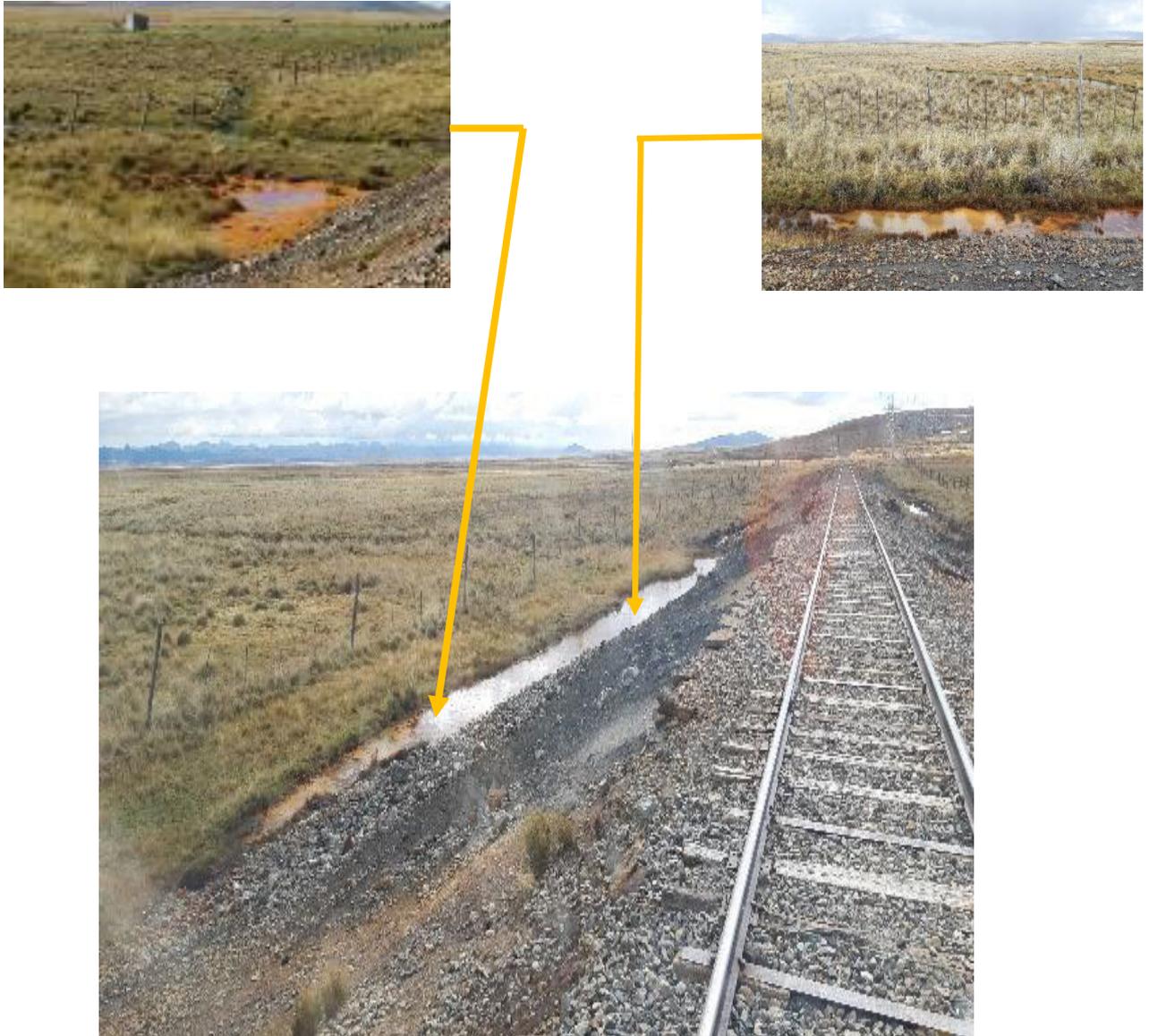
2.5.1. Descripción del problema

El problema principal identificado, y que ha sido el motivo principal de la formulación del presente informe es el empleo de material sulfuroso en el balasto y terraplén de la vía férrea, lo que ha llevado a la generación de aguas contaminadas y con ello la generación de conflictos sociales, debido a que los pobladores de la zona atribuyen que esta contaminación es productos de las operaciones actuales de la empresa ferroviaria.

En la figura 2, se muestra secciones de la vía férrea con presencia de material sulfuroso, y que al pasar de los años e interactuar con la lluvia, la humedad y la temperatura de la zona, estas empezaron a desprender aguas acidas sulfatadas lo que ha ido generando espacios de deterioro ambiental.

Figura 2

Presencia de material sulfuroso y formación de aguas acidas

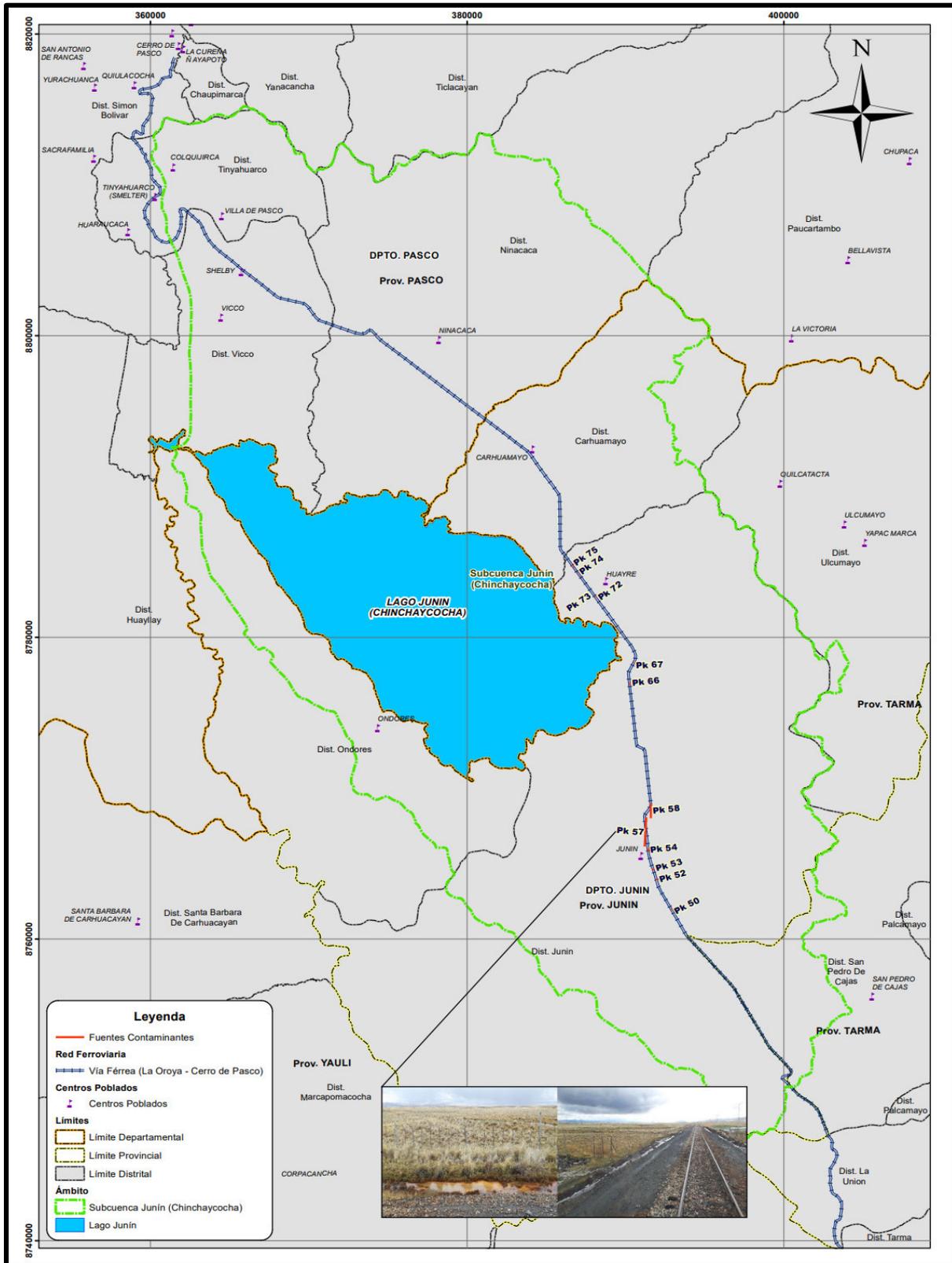


2.5.2. Ubicación del entorno donde se ubican los pasivos

El área de intervención del presente informe, lo constituye el área que abarca la infraestructura de la vía férrea de la empresa ferroviaria que corresponde al tramo La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80. La zona donde se ubican los pasivos se ubica en los departamentos de Junín y Pasco, asimismo se encuentra rodeada de comunidades campesinas que se encuentran representadas por los distritos de Junín, Carhuamayo, Ninacaca, y Vicco, en la figura 3, se muestra la distribución de los pasivos a lo largo de la vía férrea.

Figura 3

Ubicación y de los pasivos a lo largo de la vía férrea en tramo V



2.6. Metodología

La presente investigación es de enfoque tipo descriptivo porque pretendemos identificar y mostrar las características objetivamente de los pasivos ambientales sin pretender su intervención en la misma, explicativo porque busca demostrar que la zona donde se ubican los pasivos presenta espacios de deterioro ambiental y requiere acciones inmediatas de remediación y mitigación.

En la figura 4, se presenta las etapas que se siguió para formular las propuestas de las alternativas de remediación.

Figura 4

Etapas para la propuesta de alternativas de remediación



2.6.1. Etapa 1: Recolección de datos

Para los cuales se utilizaron:

- 1) **Fichas bibliográficas:** Se utilizaron para tomar anotaciones de la información disponible, así como normas y de todas las fuentes de información correspondientes sobre la evolución de pasivos ambientales y la contaminación que se viene produciendo en la zona.
- 2) **Fichas de identificación y caracterización de pasivo ambiental:** Esta ficha permitió la identificación y caracterización de los pasivos ambientales, este es un instrumento oficial del Ministerio del Ambiente (MINAM), denominado Ficha de Pasivos Ambientales, aprobado institucionalmente mediante Resolución Vice Ministerial N° 362-2017 (MTC,2017) Anexo 08.
- 3) **Matriz de evaluación del nivel de significancia de los pasivos:** Esta matriz permitió obtener valorización cualitativa de los impactos causados por los pasivos ambientales en el medio donde se ubican.

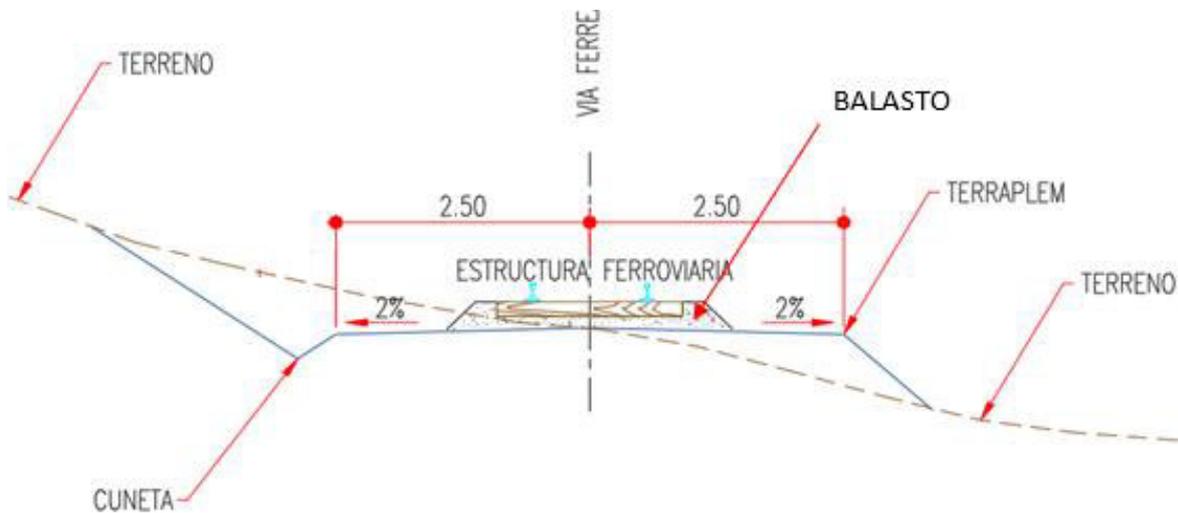
2.6.2. Etapa 2: Diagnostico preliminar

Descripción del pasivo ambiental

El pasivo se describe como el material sulfuroso colocado sobre el balasto y terraplén de la vía férrea, mientras que se denomina balasto al material colocado sobre un soporte o superficie de apoyo en este caso la vía, mientras que el terraplén se define como el relleno de tierra, construido a partir de un conglomerado de rocas de sección trapezoidal para elevar la plataforma de la vía, que al interactuar con el ambiente donde se ubica presenta aguas y sedimentos ácidos.

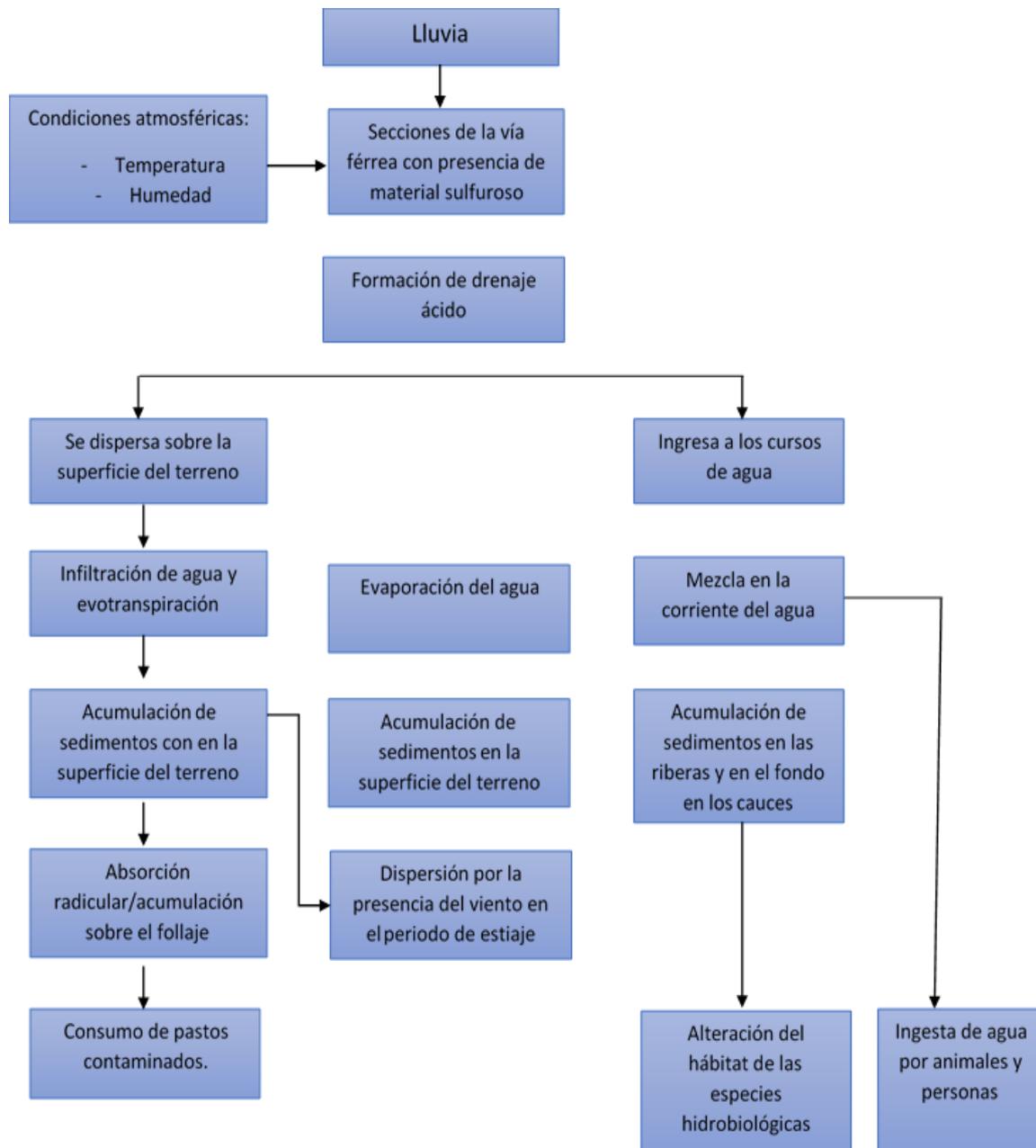
Figura 5

Se presenta la sección típica de la vía férrea



Nota. Tomado del Manual para el Mantenimiento de Vías Férreas de la empresa Ferrovías Central Andina SA

En la figura 6, se representa la formación de las aguas contaminadas durante el periodo de lluvias, y como estos discurren hacia los cursos de agua. Luego del culminado el periodo de lluvia, la ausencia de agua paraliza el proceso de oxidación y a medida que los cursos de agua se secan, los sedimentos quedan acumulados sobre el lecho de los cursos de agua y la superficie del terreno.

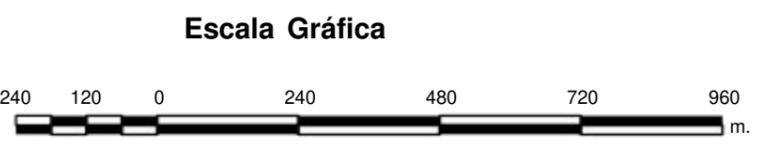
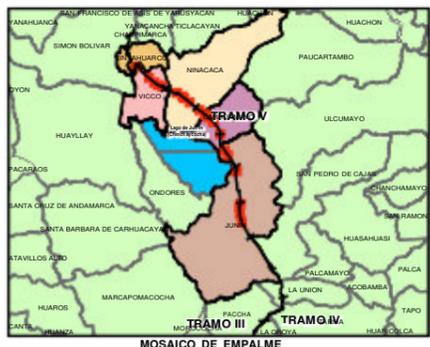
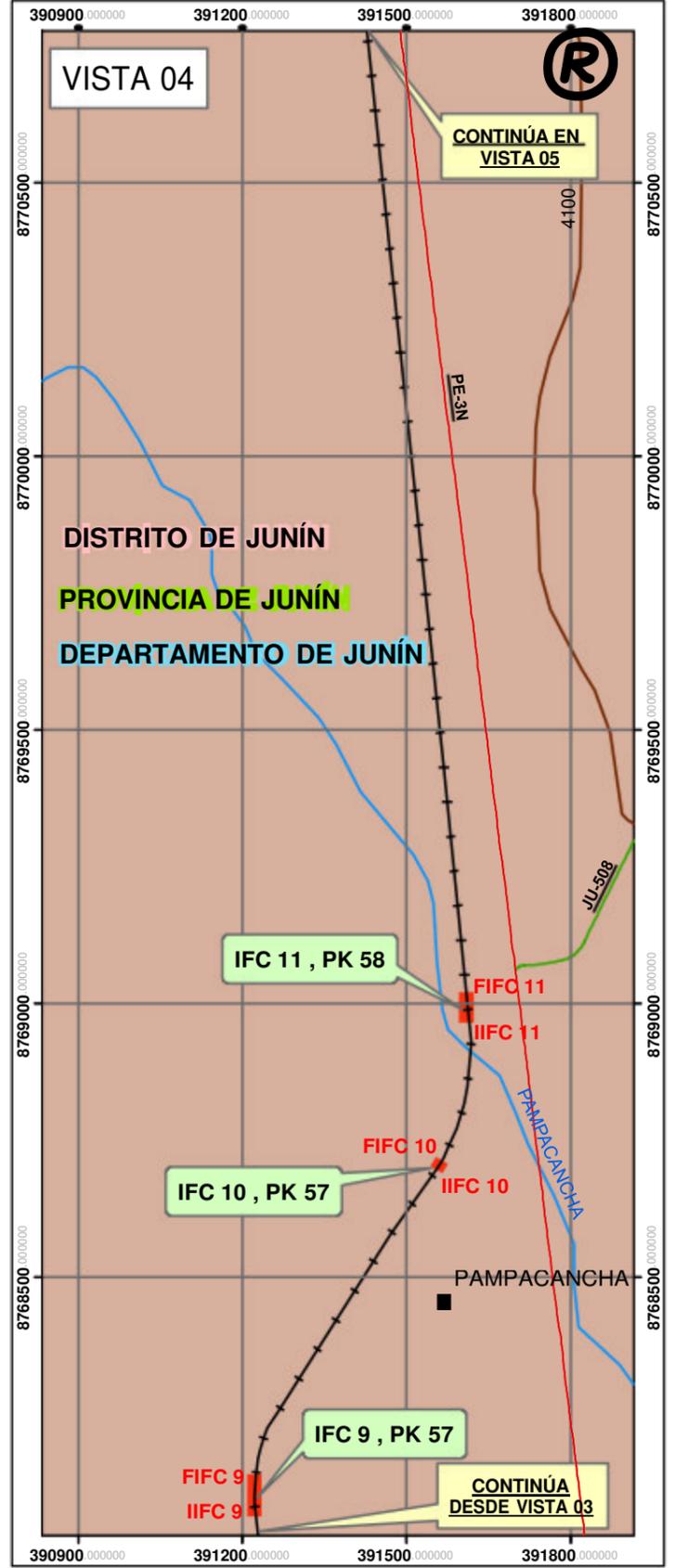
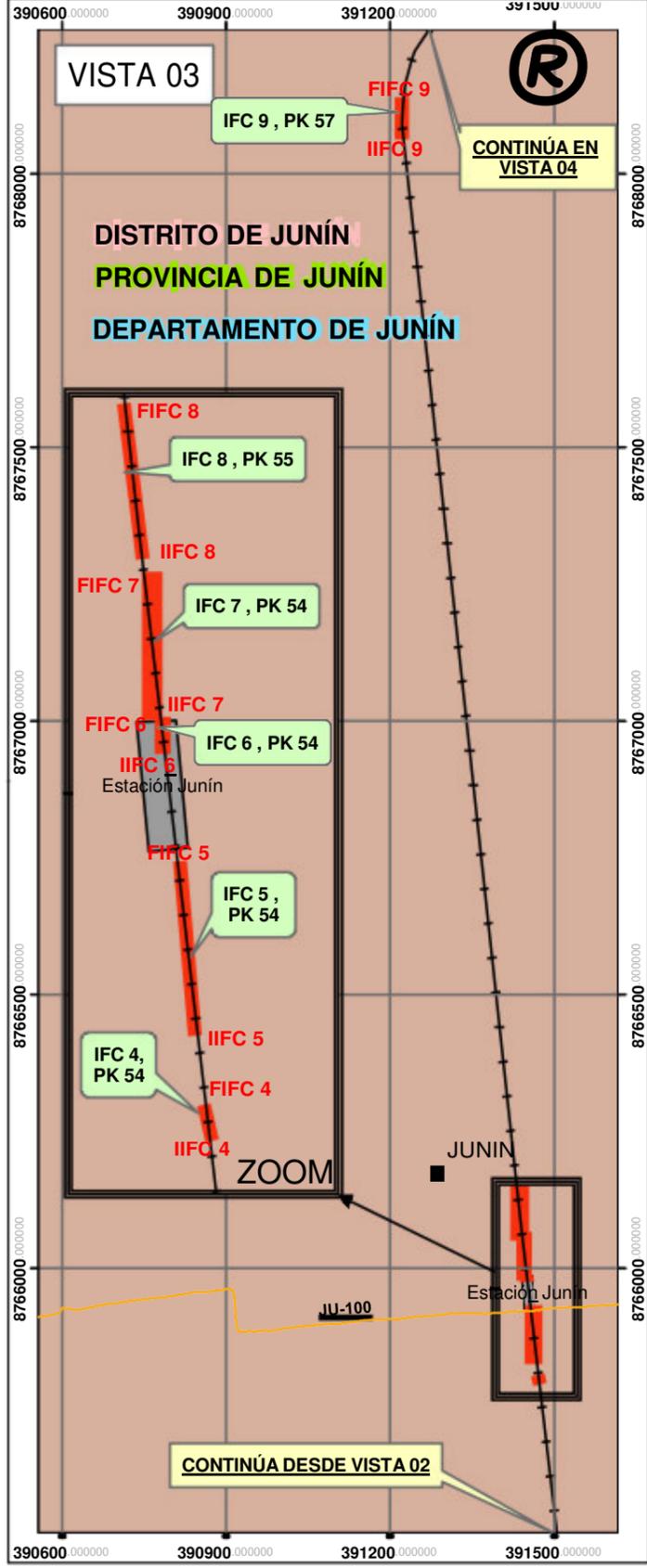
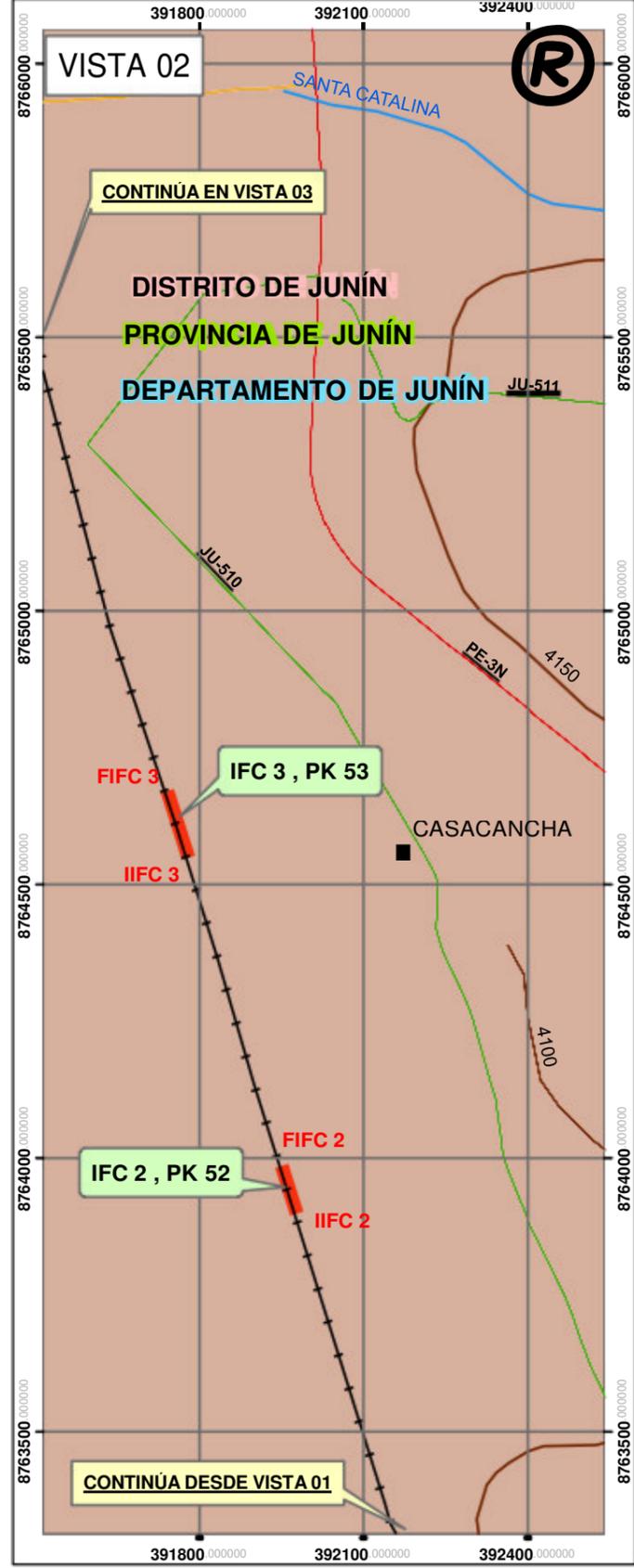
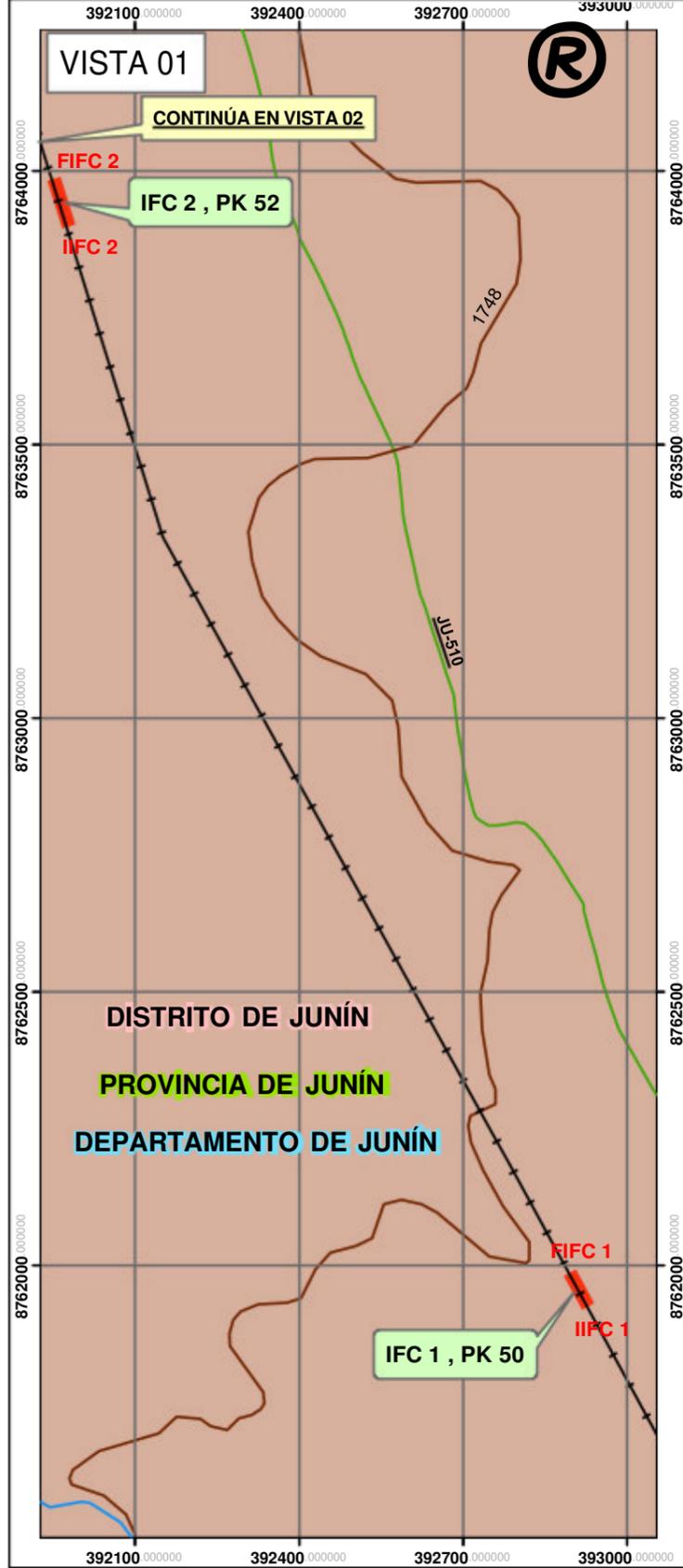
Figura 6*Formación de las aguas acidas*

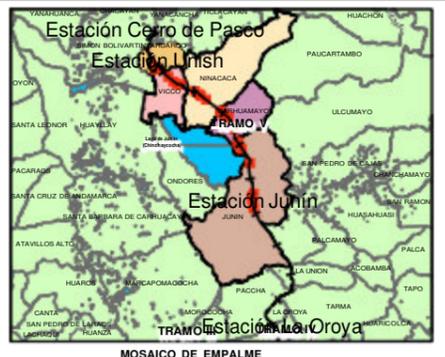
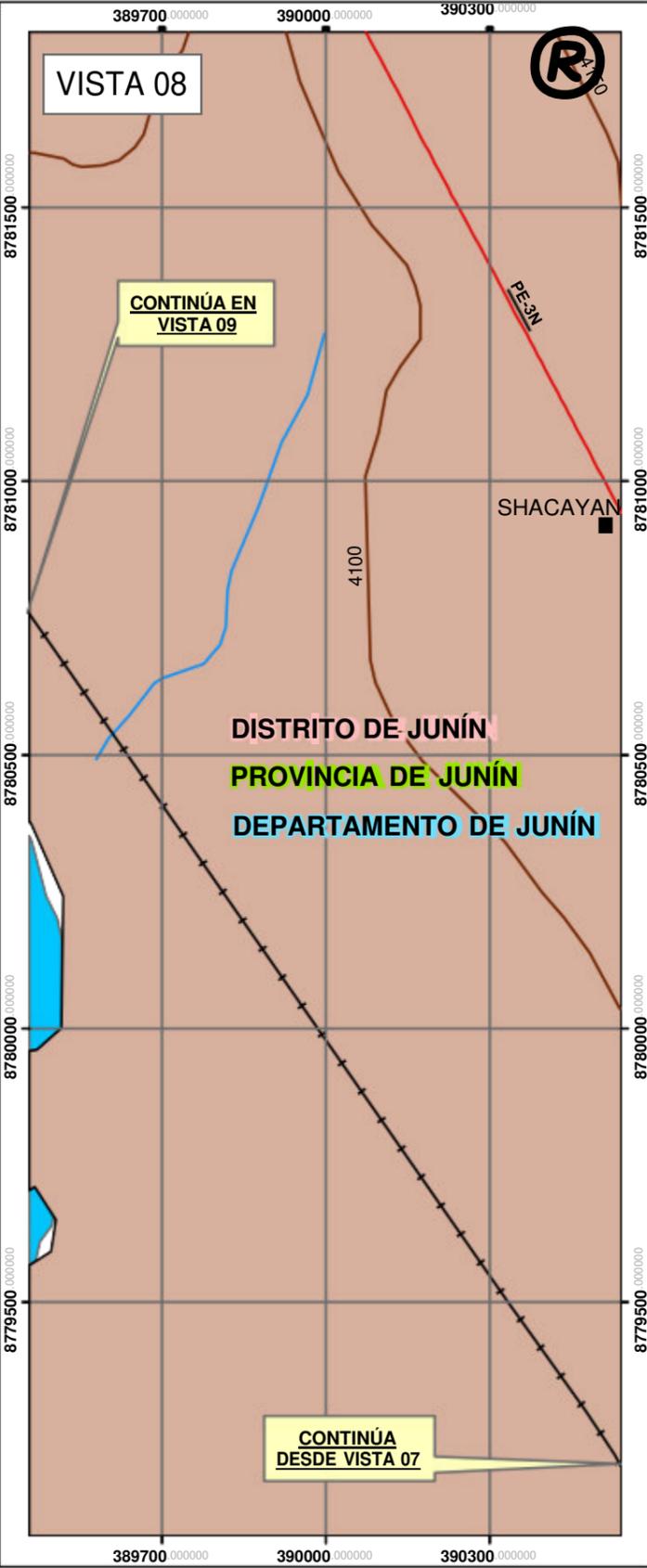
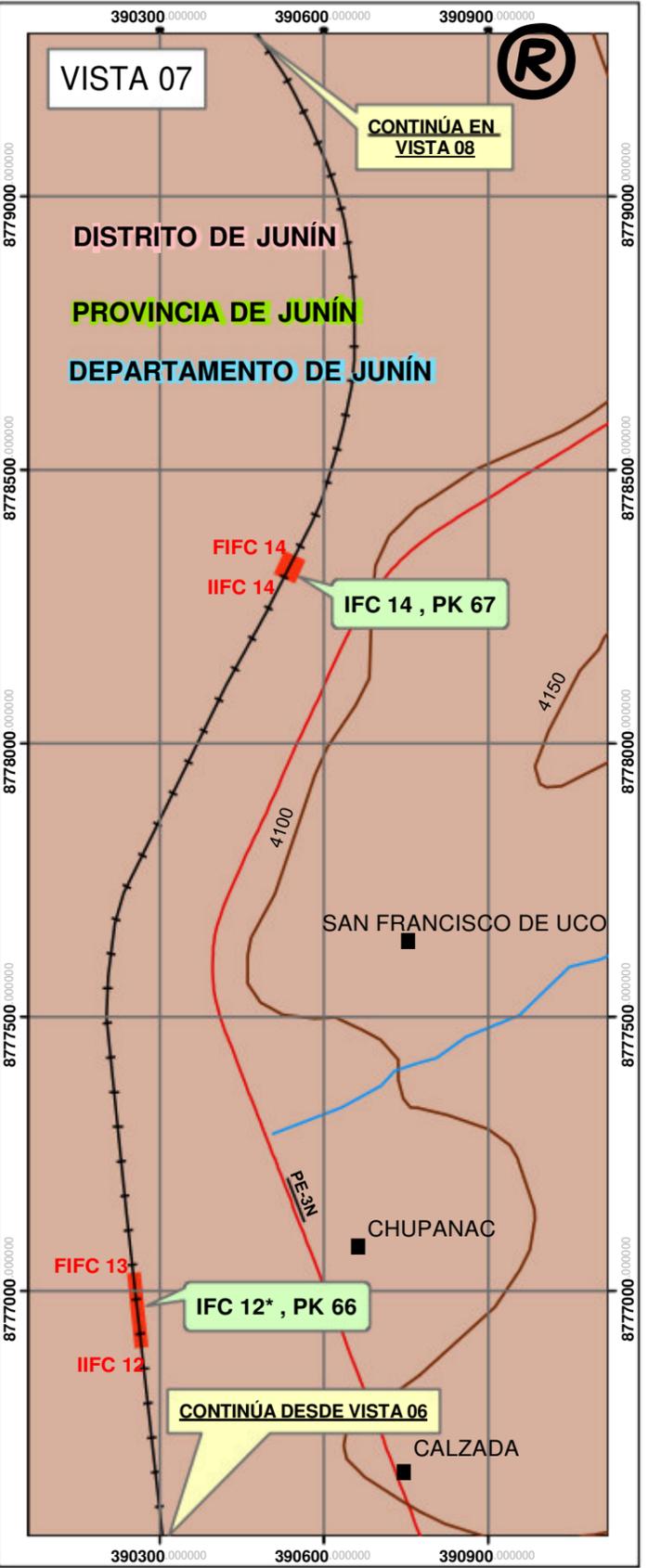
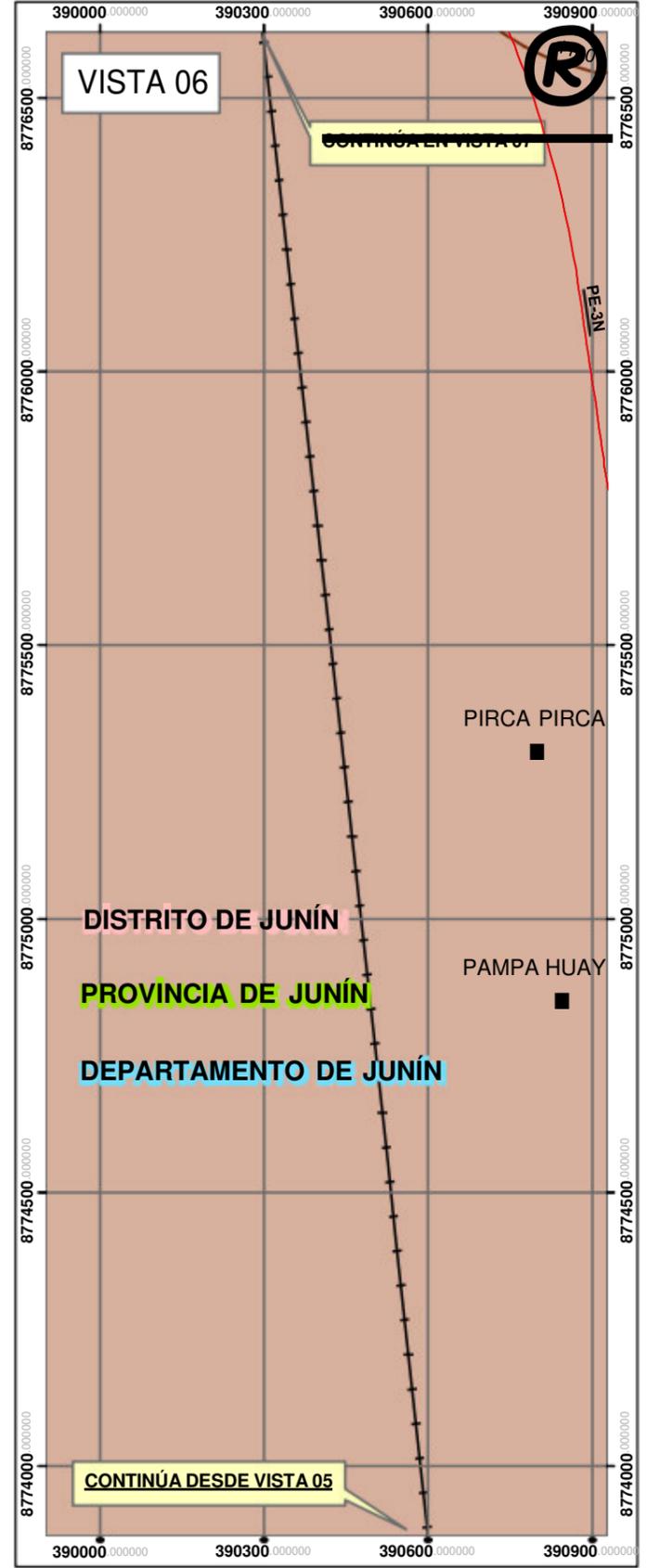
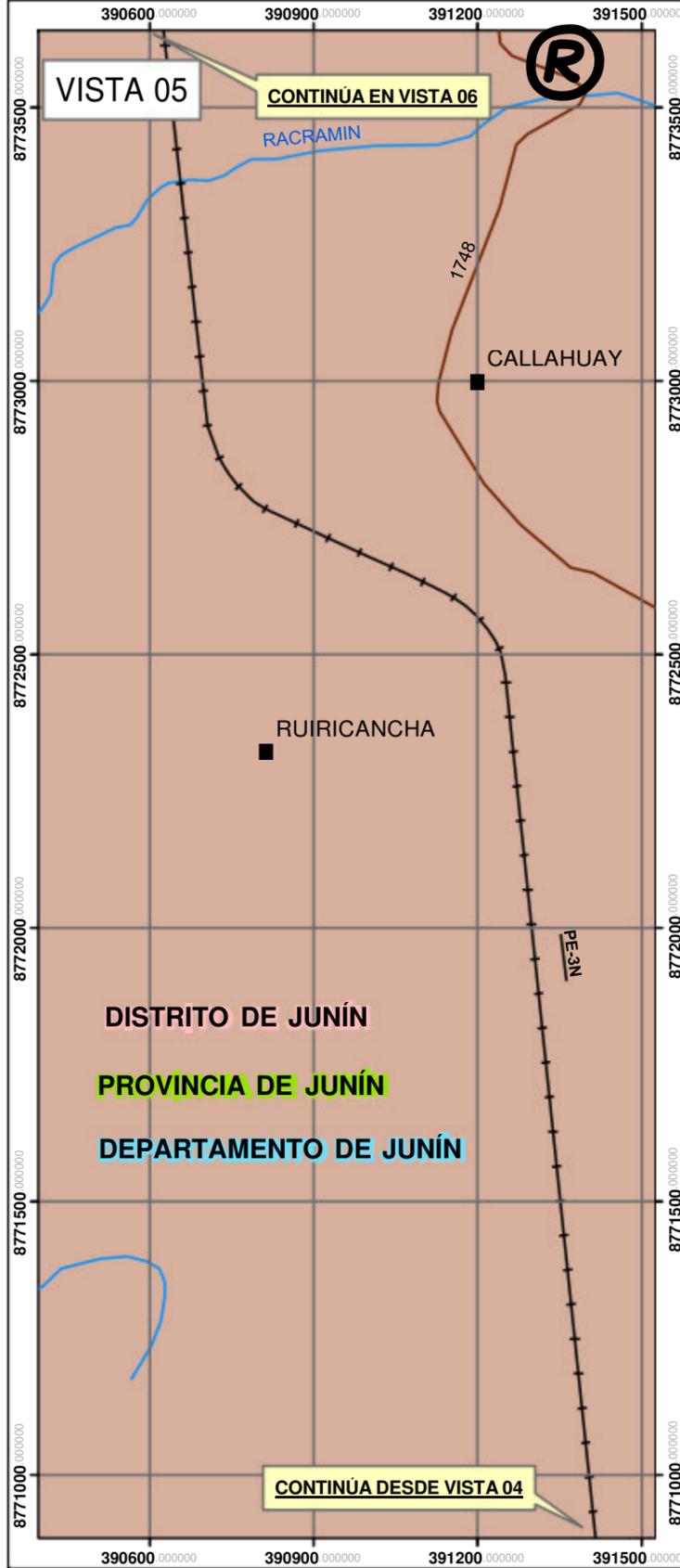
Identificación y caracterización del pasivo ambiental

Mediante el recorrido en el tramo V de la vía férrea del PK 50 al PK 80, se procedió a identificar y caracterizar los pasivos ubicados en las secciones de la vía férrea, asimismo se elaboró un mapa donde refiere los puntos identificados y en que PK se ubican, asimismo para caracterizar al pasivo se procedió a generar la ficha s para identificación y caracterización. En la figura 7, se presenta la distribución de las secciones con material sulfuroso a lo largo del tramo V.

Figura 7

Ubicación de las secciones con material sulfurosos





2.6.3. Etapa 3: Reuniones con los representantes con las comunidades

Para atender los conflictos sociales, se vio como prescindible coordinar reuniones con los representantes de las comunidades del entorno en donde se ubican, donde se les dio a conocer que el material sulfuroso presente en la vía férrea, es un pasivo ambiental, asimismo se recogió las quejas y reclamos respecto a la contaminación de la zona en las principales fueron: las pérdidas de sus animales y pastizales.

2.6.4. Etapa 4: Evaluación del nivel de significancia

Para evaluación del nivel de significancia del pasivo en el medio donde se ubica, se usó la siguiente metodología:

Matriz de evaluación del nivel de significancia de los pasivos: Esta matriz permitió obtener valorización cualitativa de los impactos causados por los pasivos ambientales en el medio donde se ubican. En esta matriz, los pasivos ambientales identificados se ordenaron en filas y los elementos de evaluación ambiental se ordenaron en columnas, asimismo el impacto se calcula en base al grado de manifestación cualitativa del efecto que se refleja en la importancia del impacto ambiental utilizando la metodología de Conesa modificada.

Valor del impacto ambiental

El método utilizado define un número por medio de cual se mide la importancia del impacto, el que responde a una serie de atributos de tipo cualitativo, los que se presentan a continuación. En la tabla 1, se representa los atributos que dan importancia al impacto.

Tabla 1*Atributos del impacto ambiental*

ATRIBUTOS DE IMPACTO AMBIENTAL	
Naturaleza	N
Intensidad	IN
Extensión	EX
Momento o plazo de manifestación	MO
Persistencia	PE
Reversibilidad	RV
Recuperabilidad	MC
Sinergia	SI
Acumulación	AC
Efecto	EF
Periodicidad	PR

Nota. Tomado de la Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Vicente Conesa.

Naturaleza (N): Se considera que un impacto será positivo o negativo según lo siguiente: será (+) cuando el impacto sea de beneficio y negativo (-) cuando el impacto dañe el medio ambiente

Intensidad (IN): Considera el nivel de efecto de la acción sobre el factor. Expresa el nivel de devastación del factor considerado, y que no depende de la extensión afectada.

Extensión (EX): Indica al área que abarca el impacto y su relación con el entorno donde se ubica. La calificación indica el lugar donde ocurre el impacto, donde por una acción humana es dañado el componente ambiental,

Momento (MO): Indica el lapso de tiempo en que se pronuncia el impacto, hace mención al tiempo que aparece la acción y el inicio de la consecuencia sobre el factor del medio.

Persistencia (PE): Se refiere a la duración de un efecto desde su inicio, momento a partir del cual el elemento afectado volverá a su estado inicial antes de la acción.

Reversibilidad (RV): Indica la posibilidad de reconstrucción de los factores afectados por la ingeniería, es decir, la posibilidad de restaurar al estado original antes del efecto a través de medios naturales una vez que se detiene el efecto sobre el medio ambiente. Los efectos revocables pueden ser asimilados mediante procesos naturales en el medio ambiente, mientras que los efectos irreversibles pueden o no ser asimilados, pero sólo durante un largo período de tiempo.

Sinergia (SI): La sinergia es la acción de dos o más causas cuyo efecto combinado es mayor que la suma de sus efectos individuales. Esta característica considera la combinación de dos o más efectos directos. El componente total de la manifestación de efectos simples provocados por las acciones concurrentes es mayor de lo que podría predecirse a partir de la manifestación de efectos provocados por acciones independientes y no concurrentes.

Acumulación (AC): Esta característica ilustra como el efecto se manifiesta cada vez más cuando la acción que lo provoca continua o se produce repentinamente.

Efecto (EF): Esta característica se relaciona con la relación causa – efecto, es decir la manera en que el impacto de una acción sobre un factor se manifiesta como resultado de esa acción. Cuando no existe intermediarios previos en la relación causa-efecto los impactos son directos. Cuando un impacto anterior sirve como agente causal de impactos posteriores, se dice que estos impactos posteriores son indirectos.

Periodicidad (PR): El termino periodicidad describe la regularidad con la que un efecto se manifiesta, ya sea de forma continua o de forma discontinua (las acciones que lo producen actúan de forma regular o intermitente, o de forma irregular) temporalmente esporádico.

Recuperabilidad (MC): Hace referencia mediante la intervención humana (medidas correctoras o reparadoras), se puede reconstruir total o parcialmente el factor afectado, es decir, la posibilidad de volver a las condiciones iniciales previas a la acción.

En la tabla 2, Se presenta la importancia del impacto de acuerdo a su valorización.

Tabla 2

Importancia del impacto

VALORIZACIÓN			
Naturaleza (\pm) *		Efecto (Relación causa - efecto)	
Positivo	+	Indirecto o secundario	1
Negativo	-	Directo o Primario	4
Intensidad (IN) (Grado de destrucción)		Extensión (EX) (Área de influencia)	
Baja o mínima	1	Puntual	1
Media	2	Local (Parcial)	2
Alta	4	Amplio o Extenso	4
Muy alta	8	Total	8
Total	12	Critico	+4
Momento (MO)		Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	
Largo Plazo	1	Fugaz o efímero	1
Medio plazo	2	Momentáneo	1
Corto plazo	3	Temporal o transitorio	2
Inmediato	4	Pertinaz o persistente	3
Crítico	+4	Permanente y constante	4
Reversibilidad (RV) (Reconstrucción por medios naturales)		Sinergia (SI)** (Potenciación de la manifestación)	
(Reconstrucción por medios naturales)		(Potenciación de la manifestación)	
Corto plazo	1	Sin sinergismo o simple	1
Medio Plazo	2	Sinergismo moderado	2
Largo Plazo	3	Muy sinérgico	4
Irreversible	4		

VALORIZACIÓN			
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)		Recuperabilidad (MC) (Reconstrucción por medios humanos)	
Simple	1	Recuperable de manera inmediata	1
Acumulativo	4	Recuperabilidad a corto plazo	2
Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)		Recuperabilidad a mediano plazo	3
Irregular (aperiódico y esporádico) ***	1	Recuperabilidad a largo plazo	4
Periódico o de regularidad intermitente	2	Mitigable, sustituible y compensable	4
Continuo	4	Irrecuperable	8

Nota. Tomado de la Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Vicente Conesa

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en la tabla 3, en función al valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm (3 * IN + 2 * EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

En la tabla 3, se representa la aplicación de la función puede tomar valores entre 13 y 100, de modo que se ha establecido

Tabla 3

Importancia del impacto

GRADO DEL IMPACTO	VALOR DEL IMPACTO
Bajo	$I \leq 25$
Moderado	$I \leq 50$
Alto	$I \leq 75$
Muy alto	$I \leq 75$

Nota. Tomado de la Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental de Vicente Conesa

Evaluación del nivel de significancia

Mediante el uso de la metodología para evaluación del nivel de significancia descrita, se procedió a evaluar el pasivo ambiental mediante la interacción con su entorno, los resultados se presentan a continuación.

En la figura 8, se representa los resultados de la evaluación del nivel de significancia del pasivo ambiental.

Figura 8

Resultados de la evaluación del nivel de significancia

SIGNIFICANCIA: IM ≥ 75 Altamente Significativo IM < 75 Muy Significativo IM < 50 Moderado IM < 25 Bajo		TRAMO V DE LA VIA FERREA DEL PK 50 AL 80											ÍNDICE DE IMPORTANCIA (IM) (Se toma el valor más alto registrado para cada componente)	NIVEL DE IMPORTANCIA	
		COLOCACION DE MATERIAL SULFUROSO EN BALASTO Y TERRAPLEN DE LA VIA FERREA													
		Atributos	Naturalaza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad			Recuperabilidad
MEDIO	IMPACTOS AMBIENTALES														
Físico	Afectación de la calidad del aire por emisiones de material particulado y	N	1	1	3	2	2	2	1	4	2	2	23	23	BAJO
	Incremento de los niveles de ruido	N	2	1	4	2	1	1	4	4	2	1	27	27	MODERADO
	Afectación de la calidad de suelo por la generación de residuos sólidos y líquidos	N	12	8	4	4	2	4	4	4	4	3	81	81	SIGNIFICATIVO
	Erosión del suelo	N	12	8	4	4	2	4	4	4	4	3	81	81	SIGNIFICATIVO
	Generación de Vibraciones	N	1	1	4	2	1	1	4	4	2	1	24	24	BAJO
	Alteración de la Calidad Visual	N	12	8	4	4	2	4	4	4	4	3	81	81	SIGNIFICATIVO
Biológico	Afectación de la Flora	N	12	8	4	4	2	4	4	4	4	3	81	81	SIGNIFICATIVO
	Perturbación de la Fauna	N	12	8	4	4	2	4	4	4	4	3	81	81	SIGNIFICATIVO
Socio - Económico	Afectación al bienestar de la población	N	12	8	4	4	2	4	4	4	4	3	81	81	SIGNIFICATIVO
	Posible afectación a la salud y seguridad ocupacional	N	12	8	4	4	2	4	4	4	4	3	81	81	SIGNIFICATIVO
	Oportunidad de generación de empleo local	N	4	4	4	1	2	4	4	4	4	2	45	45	BAJO
	Dinamización de la economía (otras actividades económicas)	N	1	1	4	4	1	2	1	1	1	2	21	21	BAJO

2.6.5. Etapa 5: Propuestas de alternativas de remediación

Las alternativas propuestas constituirán acciones para la remediación de los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80, las alternativas propuestas.

2.6.5.1 Desarrollo de alternativas de las propuestas de remediación

Criterios para proponer las alternativas de remediación

Para proponer las alternativas de remediación se consideró los siguientes criterios:

- Las características físicas y químicas por contener metales pesados que presenta el material sulfuroso presente en el balasto y terraplén de la vía férrea.
- El proceso de generación de agua ácidos, que se forman por la oxidación del material sulfuroso y la lixiviación de los metales pesados, siendo este uno de los principales aspectos ambientales derivado de la interacción del medio ambiente donde se ubica con el material sulfuro que se encuentra en la vía férrea, es por ello que las medidas propuestas deberán tener como objetivo eliminar la formación aguas acidas.
- La evaluación del nivel de significancia por la presencia del material sulfuroso en el entorno donde ubican, las propuestas deberán considerar en nivel de contaminación que actualmente presente el entorno donde se ubican el material sulfuroso.
- El desarrollo de las operaciones de la empresa ferroviaria, que actualmente opera en el tramo V, del ferrocarril del centro, esto debido a que las operaciones de la empresa ferroviaria se desarrollan durante las 24 horas del día, y que una paralización de las operaciones ferroviarias involucrara pérdidas económicas para la empresa, es por ello que las alternativas propuestas deben considerar el tiempo de su implementación, que durante el desarrollo de las acciones de remediación el titular responsable considere la valorización económica por el tiempo de paralización de la empresa ferroviaria.

- El cumplimiento del Contrato de Concesión entre la empresa ferroviaria y el Estado Peruano, las medias propuestas deben considera el cumplimiento de este contrato, el cumplimiento a la cláusula que indica, que mientras la vía férrea este siendo ocupada por las operaciones de la empresa ferroviaria, por ningún se podrá modificar el eje actual de la vía férrea.
- Cumplimiento del marco normativo ambiental para la conservación de la flora y fauna, protección del medio ambiente, y derechos de la persona.

Propósito de la propuesta de alternativas de remediación

- Las propuestas de las alternativas de remediación tienen como propósito a eliminar la fuente de la contaminación que este caso sería el pasivo ambiental que es el material sulfuroso presente en las secciones de la vía férrea y el aspecto ambiental derivado de la interacción de este material con el medio ambiente donde se ubica, asimismo, sostenible debido a que su fin debe ser la remediación de la contaminación presente satisfaciendo las necesidades de la de conservación y protección del medio ambiente. En la figura 9, se muestra cómo se inicia el deterioro ambiental presente en la zona y las acciones que se requiere implementar para remedio donde se ubican.

Figura 9*Esquema de formación del deterioro ambiental*

*Secciones de la vía férrea con presencia de
material sulfurosos*



*Fuente de contaminación
es el material sulfuroso*



Consecuencias

Impactos significativos muy altos en el medio como son: el medio físico (afectación de calidad de suelo, erosión del suelo y alteración de la calidad visual), en el medio biológico (alteración de la flora y perturbación de la fauna) y en el medio social. (afectación del bienestar de la población, posibles afectaciones a la salud).

*Aspecto ambiental generación
de drenajes ácidos*



Solución

Propuesta de alternativas de remediación que constituirán acciones para la remediación de los pasivos ambientales.

2.6.5.2 Propuesta de alternativas para el tratamiento de aguas acidas

Para este aspecto ambiental se propuso las siguientes alternativas, tomados a partir de una revisión bibliográfica y adaptada a la situación actual del entorno donde se ubican los pasivos.

Prevención y control del proceso de generación de las aguas acidas

Para evitar la generación de aguas acidas, se propone controlar los factores que favorecen su formación. Para ello se propuso lo siguiente:

- Restringir el ingreso de agua.
- Minimizar el ingreso de oxígeno, a través del aire o del agua.
- Aislar los minerales sulfurosos.
- Controlar el pH del medio, mediante la adición de materiales alcalinos.
- Emplear bactericidas para inhibir la acción bacteriana a los minerales sulfuroso.

En la tabla 4, se muestra la propuesta de métodos para el control de la generación de aguas ácidos, tomados a partir de una revisión bibliográfica y adaptada a la situación actual del entorno donde se ubican los pasivos.

Tabla 4*Métodos de control para las aguas acidas*

Método	Objetivo de control	Medida propuesta
		Microencapsulado
	Eliminación o aislamiento del material sulfurosos	Retirada física del material sulfuroso
	Exclusión del agua	Revegetación de terrenos
		Cunetas de desvío del agua
		Remodelación de la superficie
		Recubrimiento y sellado
	Exclusión del oxígeno	Depósitos subacuáticos
		Recubrimiento y sellado
Químico	Control del pH	Adición de materiales alcalinos y fosfatos
		Empleo de dispositivos rellenos con material carbonatado
		Mezcla de los materiales ácido/base y vertido selectivo
Inhibición bacteriana	control y supresión de la acción bacteriana	Aplicación de bactericidas
		Adición de fosfatos

Nota. Tomado del libro Drenajes Ácidos de Mina generación y Tratamientos de Osvaldo Aduvire.

Control de la migración de aguas ácidas

Cuando la generación ácida no ha podido ser evitada, el siguiente grupo de medidas es el constituido por aquellas que intentan impedir la llegada de los efluentes ácidos del medio natural, para ello se puede se propuso las siguientes medidas:

- Desviar las aguas de escorrentía superficial de la fuente de acidez.
- Prevención del ingreso de aguas subterráneas sobre la fuente de acidez.
- Prevención de la infiltración de las precipitaciones sobre la fuente contaminante

2.6.5.3 Propuesta de alternativas de remediación para el material sulfuroso

A partir del análisis realizado de las alternativas para el tratamiento de las aguas acidas y la que la propuesta debe contemplar la eliminación o el tratamiento de la fuente de contaminación que son el material sulfuroso presente el balasto y terraplena de la vía, y tomando los criterios requeridos se propuso las alternativas de remediación.

Se propone 03 alternativas para la remediación la remediación de los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80, siendo las siguientes:

Alternativa 1. Encapsulamiento de las secciones de la vía con material sulfuroso.

Alternativa 2. Recolección y neutralización de las aguas ácidas.

Alternativa 3. Retirar físicamente del material sulfuroso presente en el terraplén y balasto de la vía férrea.

2.7. Resultados

Para el presente informe se presenta los siguientes resultados de acuerdo metodología aplicada en cada una de las etapas desarrolladas para la propuesta de alternativas de remediación.

2.7.1. Etapa 1: Recolección de datos

Se verifico que existe 23 secciones de la vía férrea, con presencia de material sulfuroso que son la fuente de generación de las aguas acidas, y de acuerdo a los cálculos del volumen del material a retirar, se ha previsto retirar 8,233.65 m³ de material contaminado.

Tabla 5*Secciones de la vía férrea con presencia de material sulfurosos*

Código	PK	Descripción	Ubicación (coordenadas UTM Datum: WGS84 Zona: 18 S		Longitud del pasivo m
			Norte	Este	
1	50	IIFC 1	8'761,925	392,929	80
		FIFC 1	8'761,987	392,896	
2	52	IIFC 2	8'763,899	391,978	100
		FIFC 2	8'763,986	391,951	
3	53	IIFC 3	8'764,549	391,780	130
		FIFC 3	8'764,671	391,741	
4	54	IIFC 4	8'765,788	391,469	125
		FIFC 4	8'765,808	391,466	
5		IIFC 5	8'765,833	391,466	30
		FIFC 5	8'765,918	391,454	
6		IIFC 6	8'765,903	391,449	85
		FIFC 6	8'765,986	391,446	
7		IIFC 7	8'765,989	391,448	70
		FIFC 7	8'766,058	391,441	
8	57	IIFC 8	8'768,074	391,322	46
		FIFC 8	8'766,118	391,220	
9		IIFC 9	8'768,693	391,551	90
		FIFC 9	8'766,711	391,551	
10	58	IIFC 10	8'768,980	391,609	30
		FIFC 10	8'768,007	391,606	
11	66	IIFC 11	8'776,870	390,274	89
		FIFC 11	8'776,959	390,269	
12		IIFC 12	8'776,958	390,265	20
		FIFC 12	8'777,032	392,256	
13	67	IIFC 13	8'778,303	390,523	50
		FIFC 13	8'778,348	390,549	
14	72	IIFC 14	8'782,655	388,121	35
		FIFC 14	8'782,689	388,102	
15	73	IIFC 15	8'782,772	388,045	34.30
		FIFC 15	8'782,800	388,025	
16		IIFC 16	8'783,242	387,716	30
		FIFC 16	8'783,277	388,696	
17	74	IIFC 17	8'784,045	387,158	20
		FIFC 17	8'784,053	387,152	
18		IIFC 18	8'784,132	387,098	55
		FIFC 18	8'784,140	387,094	
19		IIFC 19	8'784,300	386,982	60
		FIFC 19	8'784,342	386,952	

Código	PK	Descripción	Ubicación (coordenadas UTM Datum: WGS84 Zona: 18 S		Longitud del pasivo
			Norte	Este	m
20		IIFC 20	8'784,626	386,753	56
		FIFC 20	8'784,654	386,733	
21	75	IIFC 21	8'784,694	386,706	57
		FIFC 21	8'784,716	386,690	
22		IIFC 22	8'784,728	386,681	20
		FIFC 22	8'784,744	386,670	
23		IIFC 23	8'784,761	386,658	40
		FIFC 23	8'784,792	386,635	

Nota. Adaptado del Estudio de Remediación de Pasivos del MTC

Tabla 6

Cálculo de volumen de material contaminado

Código	Parámetros Geométricos							
	Trocha (m)	Base (m)	Alto (m)	Área (S) m ²	Largo (m)	Volumen Remover balasto (V1)	Volumen Remover (V2)	Volumen total a Remover (V3)
	(A)	(B)	(H)	$S = \frac{(A+B)*H}{2}$	(L)	V1=S x L	V2	V3=V1+V2
1	3	7.4	3.2	16.64	80	1459.20	881.56	2340.76
2	3.2	4.7	1.05	4.1475	100	540.75	32.98	573.73
3	3.75	6.5	1	5.125	130	666.25		666.25
4	3	13	0.4	3.2	80	256.00		256.00
5	2	8.86	0.2	1.086	70	83.02		83.02
6	3.5	7	0.5	2.625	15	39.38		39.38
7	3.2	7.7	0.5	2.725	70	190.75		190.75
8	3.8	10.6	1.6	11.52	46.31	533.50	200.06	733.56
9	3.7	6.6	1.1	5.665	20	113.30	9.27	122.57
10	3	7.3	0.8	4.12	30	147.60		147.60
11	3.2	4.8	0.5	2	89.14	178.28		178.28
12	0	14.5	0.4	2.9	60.3	174.87		174.87
13	3.2	10	1.4	9.24	51.96	480.18	137.19	617.37
14	2	8	1	8	35	210.00		210.00
15	4.1	6.7	0.6	3.24	36	116.64		116.64
16	3.5	7	0.7	3.675	30	110.25		110.25
17	3.4	6.3	0.7	3.395	20	67.90		67.90

Código	Trocha (m)	Base (m)	Alto (m)	Área (S) m²	Largo (m)	Volumen Remover balasto (V1)	Volumen Remover (V2)	Volumen total a Remover (V3)
	(A)	(B)	(H)	$S = \frac{(A+B)*H}{2}$	(L)	V1=S x L	V2	V3=V1+V 2
18	3.7	6.8	0.85	4.4625	8.944	39.91		39.91
19	3.7	9.4	1	6.55	60	393.00		393.00
20	3.4	6.6	0.85	4.25	56	238.00		238.00
21	3.6	7.4	1.1	6.05	25	151.25	14.96	166.21
22	3.5	7.5	0.85	4.675	20	93.50		93.50
23	3.5	7.2	0.7	3.745	180	674.10		674.10
Volumen total a remover								8233.65

Nota. Adaptado del Estudio de Remediación de Pasivos del MTC

2.7.2. Etapa 2: Diagnostico preliminar

Del monitoreo de calidad de suelos

De acuerdo al análisis de los resultados de monitoreo de la calidad de suelos, el monitoreo se realizó en 05 puntos de las secciones de la vía férrea con presencia de material sulfuroso del PK 50 al PK 80, que fueron escogidos de manera aleatoria según lo siguiente.

En la tabla 7, se presenta las estaciones del monitoreo de calidad de suelo realizado en el tramo V del PK 50 al PK 80.

Tabla 7

Estaciones de monitoreo de calidad de suelos

Producto	Estaciones	Descripción	Coordenadas UTM (m)*
Suelos	SP1=PIRITA 1	Ubicado en PK 53.000, en la vía del ferrocarril.	N 876195 E 0392929
	SP2=PIRITA 2	Ubicado en PK 66.000, en la vía del ferrocarril.	N 8776870 E 0390274
	SP3=PIRITA 3	Ubicado en PK 72.000, en la vía del ferrocarril.	N 8782655 E 388121
	SP4=PIRITA 4	Ubicado en PK 74.000, en la vía del ferrocarril.	N 878404 E 0387158
	SP5=PIRITA 5	Ubicado en PK 75.000, en la vía del ferrocarril.	N 8804651 E 0365526

Nota. Tomado del Informe de Monitoreo de Suelos de la empresa Ramón Qualiti Control

En la tabla 8, se detallan los parámetros de ensayo analizados en cada una de las estaciones de muestreo:

Tabla 8

Parámetros de analizados

Tipo de Muestra	Parámetros
Suelo	Azufre total, Metales ICP-MS, pH-pasta.

Nota. Tomado del Reporte del Monitoreo de Suelos del laboratorio Ramón Qualiti Control

En la tabla 9, se presenta los resultados de los monitoreos realizados respecto al monitoreo de calidad de suelos.

Tabla 9

Resultado de monitoreo de calidad de agua

Parámetro	Unidad	Estaciones					ECA ⁽¹⁾		ECA ⁽²⁾	
		SP1=PIRITA 1	SP2=PIRITA 2	SP3=PIRITA 3	SP4=PIRITA 4	SP5=PIRITA 5	Agrícola	Industrial		
pH	Und. pH	5,15	4,39	6,00	4,21	2,69	NA	NA		
Azufre total	%S	29,47	35,27	40,95	20,42	34,66	NA	NA		
Metales (ICP-MS)										
Aluminio	mg/kg	168,4	142,3	207,8	175,4	144,6	NA	NA		
Antimonio	mg/kg	280,2	144,4	86,37	44,20	651,5	NA	NA		
Arsénico	mg/kg	1 161	321,4	261,3	233,2	1 579	50	140		
Bario	mg/kg	3,73	14,65	10,81	9,65	3,99	750	2 000		
Berilio	mg/kg	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	NA	NA		
Cadmio	mg/kg	<0,001	0,618	<0,001	2,039	0,336	1,4	22		
Cobalto	mg/kg	0,844	0,971	0,836	0,926	1,190	NA	NA		
Cobre	mg/kg	101,8	51,30	314,4	21,99	522,6	NA	NA		
Cromo	mg/kg	32,48	33,9416	29,57	32,73	37,21	NA	NA		
Hierro	mg/kg	321 645	372 660	445 876	207 298	352 305	NA	NA		
Manganeso	mg/kg	32,04	41,29	31,33	46,91	38,24	NA	NA		
Mercurio	mg/kg	2,734	0,8449	4,091	0,2401	3,376	6,6	24		
Molibdeno	mg/kg	5,06	4,84	3,43	6,90	6,61	NA	NA		
Níquel	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	NA	NA		
Plata	mg/kg	239,2	241,8	120,8	62,84	188,7	NA	NA		
Plomo	mg/kg	2 251	1 253	1 187	714,6	1 426	70	1 200		
Selenio	mg/kg	1,59	<0,05	<0,05	2,94	0,33	NA	NA		
Talio	mg/kg	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	NA	NA		
Thorio	mg/kg	1,018	0,256	0,553	0,184	0,142	NA	NA		
Uranio	mg/kg	1,638	1,318	1,651	1,631	0,3490	NA	NA		
Vanadio	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	NA	NA		
Zinc	mg/kg	158,9	387,2	83,43	904	376,6	NA	NA		

(1): D.S. N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo. Suelo Agrícola.

(2): D.S. N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo. Suelo Industrial/Extractivo.

NA: No Aplica.

Nota. Tomado del Reporte del Monitoreo de Suelos del laboratorio Ramón del Perú Sac

Del análisis de los resultados de monitoreo de suelos se indica lo siguiente:

- Se identifica que las estaciones (SP1=PIRITA1), (SP2=PIRITA2), (SP3=PIRITA3), (SP4=PIRITA4) y (SP5=PIRITA5); presentan un pH entre 2,69 (SP5= PIRITA5) y 6,00 para (SP3=PIRITA3).
- Se identifica que las estaciones (SP1=PIRITA1), (SP2=PIRITA2), (SP3=PIRITA3), (SP4=PIRITA4) y (SP5=PIRITA5); presentan un contenido de azufre total que varía entre 20,42% (SP4=PIRITA4) y 40,95% (SP3=PIRITA3).
- Se identifica que en las estaciones (SP1=PIRITA1), (SP2=PIRITA2), (SP3=PIRITA3), (SP4=PIRITA4) y (SP5=PIRITA5); superan los estándares para Arsénico y Plomo parámetros establecidos en el D.S. N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Suelos. Suelos Agrícolas. y se superan los estándares para Arsénico y Plomo parámetros establecidos en el D.S. N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Suelos. Suelos Industriales.
- Se encontró concentraciones para Arsénico entre 261,3 mg/Kg (SP3=PIRITA3) y 1 579 mg/Kg (SP5=PIRITA5), Plomo entre 714,6 mg/Kg (SP4=PIRITA4) y 2 251 mg/Kg (SP1=PIRITA1); los cuales superan los estándares de Calidad Ambiental para Suelos establecidos en el D.S. N° 003-2013-MINAM. Subcategorías suelos agrícolas e industriales.

2.7.3. Etapa 3: Identificación y caracterización

De acuerdo a los pasivos ambientales identificados en cada uno de las secciones de la vía férrea en la etapa de recolección de datos, se procedió a generar las fichas de identificación y caracterización por cada pasivo identificado.

Figura 10

Se muestra la ficha de caracterización de pasivos.

FICHA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PASIVO AMBIENTAL - N°01			
PASIVO AMBIENTAL			CÓDIGO: 01
1. Localización			
Progresiva:	TRAMO N°5, Línea Férrea, PK 50.000, Línea principal		
Longitud del pasivo:	80 mts	Referencia Fotográfica:	2
2. Tipos de Pasivos Ambientales (marcar con x)			
a) Deslizamiento	()	b) Erosión	()
c) Socavación	()	d) Área degradada	(X)
e) Biótico	()	f) Antrópico	()
Descripción general: El área se ubica en el Santuario Histórico de Chacamarca (cerca al Obelisco de Chacamarca) de un clima frío y seco, con precipitaciones periódicas, el pasivo con una longitud de 80 metros, ubicado a la margen derecha de vía férrea en dirección de Junín hacia Pasco. Coordenadas de ubicación E: 392929 ; N: 8°761,925 , empleo de material sulfuroso en el balasto y terraplén de la vía férrea, el cual ha sido arrastrado por acción de las condiciones climáticas hacia las partes bajas produciendo aguas oxidadas las cuales vienen discuriendo hacia los cursos de agua producto de las precipitaciones, y que viene produciendo cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo y subsuelo.			
2.4. Área degradada (marcar x)			
Área total (m²)	18.24	Presencia de agua (X)	Huayco ()
Gravedad:	Extrema (X)	Media ()	Baja ()
Cobertura vegetal:	Natural ()	Purma ()	Pasto ()
	Cultivos ()	Escasa (X)	Sin cobertura ()
2.5. Componente ambiental afectado (x)			
Físico:	Ag (x)	Ai ()	Su (x)
Biológico:	Fa (x)	Flo (x)	Ps (x)
2.6. Antrópico (marcar x)			
Desplazamiento poblacional:	Accidentabilidad ()	Actividad económica (X)	
Dispositivo para peatones:	Segmento crítico ()	Dispositivo para reducir velocidad ()	
3. Gravedad del pasivo (marcar x)			
In situ:	Riesgo potencial (X)	Genera peligro actual (x)	
En área adyacente:	No interfiere (X)	En evolución, puede interferir (x)	Interfiere ()
4. Clasificación (marcar x)			
Niveles:	Crítico (x)	Ligeramente Crítico (x)	No Crítico ()
5. Solución propuesta			
La remediación del pasivo ambiental estará a cargo del titular responsable del pasivo, y que a partir de las propuestas de las alternativas de remediación propuestas deberá elaborar un estudio a nivel de expediente técnico que le permita eliminar la fuente de contaminación que favorecerá a disminuir los conflictos sociales en el entorno donde se ubican y recuperación de las zonas afectadas.			

CÓDIGO - COMPONENTE AMBIENTAL: "FÍSICOS" Ag – Agua; Ai – Aire; Su – Suelo; "BIOLÓGICOS" Fa – Fauna; Flo – Flo



2.7.4. Etapa 4: Evaluación del nivel de significancia

De acuerdo a la evaluación del nivel de significación, se indica que el material sulfuroso presente en las secciones de vía férrea, están causando impactos significativos muy altos en el medio físico (afectación de calidad de suelo, erosión del suelo y alteración de la calidad visual), biológico (alteración de la flora y perturbación de la fauna) y social (afectación del bienestar de la población, posibles afectaciones a la salud), asimismo existe un impacto significativo positivo debido a la oportunidad de generación de empleo con la constatación de mano de obra local cuando se inicie los trabajos de remediación

2.7.5. Etapa 5: Análisis de las alternativas de remediación propuestas

Se propuso tres alternativas para la remediación de los pasivos para los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80, siendo las siguientes:

Alternativa 1. Encapsulamiento de las secciones de la vía con material sulfuroso, para esta alternativa no se requiere remoción del material sulfurosos, lo que reduce el riesgo de contaminación del medio por la dispersión del material contaminado, donde se retirará la vía férrea, cambiando su trazo original a fin de que el material sulfuroso presente en el balasto y terraplén de la vía férrea, sea tratado mediante un método químico o inhibición bacteriana presentado en la tabla 3, para luego proceder a encapsular el material.

Alternativa 2. Recolección y neutralización de las aguas acidas, para esta alternativa se tratará las aguas antes de su disposición en los cuerpos naturales, en este caso las aguas acidas se recolectarán y se les aplica un tratamiento de la tabla 3, para reducir su acidez y estas puedan ser dispuestas adecuadamente, sin embargo, existe el riesgo contaminación por fallas en la recolección y tratamiento. Asimismo, la necesidad de disponer de espacios para el tratamiento de las aguas ácidas. La dispersión de los lugares donde se forman las aguas ácidas requiere un tratamiento in situ.

Alternativa 3. Retirada física del material sulfuroso presente en el terraplén y balasto de la vía férrea, este método contempla el retirar la vía férrea de manera temporal para remover el material sulfuroso presente, así como los sedimentos ácidos, para luego colocar material tierra y balasto limpio y volver la vía férrea, manteniendo su trazo original, asimismo existe el riesgo de contaminación del medio al momento de la remoción y transporte del material sulfuroso y requiere un lugar apropiado para la disposición final del material sulfuroso retirado.

En la tabla 10, se presenta un análisis de las alternativas propuestas respecto a los criterios que debe cumplir cada uno de las propuestas.

Tabla 10*Análisis de las alternativas de remediación propuestas*

Criterios que deben cumplir las alternativas propuestas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<ul style="list-style-type: none"> De sostenibilidad 	La alternativa busca atender las necesidades actuales, en este caso la remediación de pasivos, sin afectar los componentes ambientales actuales.	La alternativa busca atender las necesidades actuales, en este caso la remediación de pasivos, sin afectar los componentes ambientales actuales.	La alternativa busca atender las necesidades actuales, en este caso la remediación de pasivos, sin afectar los componentes ambientales actuales.
<ul style="list-style-type: none"> Eliminar el material sulfuroso 	No se eliminará el material sulfuroso, se brindará tratamiento para luego ser encapsulado.	No se eliminará el material sulfuroso, ya que contempla tratar las aguas ácidas antes de generar lixiviados, asimismo se continuará con la formación de las aguas.	Contempla retirar el material sulfuroso de la vía férrea.
<ul style="list-style-type: none"> Remediar el medio donde se ubica 	Con su implementación se contemplará la remediación del medio donde se ubican.	Con su implementación se contemplará la remediación del medio donde se ubican	Con su implementación se contemplará la remediación del medio donde se ubican.
<ul style="list-style-type: none"> Paralización de las operaciones de la empresa ferroviaria 	El titular responsable de la remediación de los pasivos deberá considerar un presupuesto en el estudio de remediación por el tiempo de paralización de las operaciones.	El titular responsable de la remediación de los pasivos deberá considerar un presupuesto en el estudio de remediación por el tiempo de paralización de las operaciones.	El titular responsable de la remediación de los pasivos deberá considerar un presupuesto en el estudio de remediación por el tiempo de paralización de las operaciones.

Criterios que deben cumplir las alternativas propuestas	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<ul style="list-style-type: none"> • Conservar el eje original de la vía férrea 	Requiere modificar el trazo original de la vía férrea.	No requiere la modificación del trazo original de la vía férrea.	No requiere la modificación del trazo original de la vía férrea.
<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento del marco normativo ambiental para la conservación de la flora y fauna, protección del medio ambiente, y derechos de la persona. 	Con el inicio de su implementación se estaría cumpliendo con el marco normativo.	Con el inicio de su implementación se estaría cumpliendo con el marco normativo.	Con el inicio de su implementación se estaría cumpliendo con el marco normativo.
<ul style="list-style-type: none"> • Requerimiento de espacios para almacenar materiales contaminados. 	No requiere espacios para tratar el material contaminado, ya que se contempla encapsular el material contaminado.	Requiere la necesidad de disponer de espacios, para el tratamiento del material contaminado.	Requiere la necesidad de disponer de espacios para almacenar los materiales contaminados extraídos.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Los aportes más destacables a la empresa con el desarrollo del presente informe fueron los siguiente:

- Las propuestas de las alternativas de remediación, fue el punto inicial para que el titular responsable del pasivo tome acciones de remediación primero con la elaboración de un expediente técnico y seguido a ello la ejecución de la remediación, que llevara a la eliminación la fuente de generación y la recuperación de los componentes ambientales afectado.
- Con la presentación de las propuestas de alternativas de remediación al titular responsable de los pasivos, la empresa ferroviaria dio a conocer a los grupos sociales ubicados en el entorno donde se ubican, el inicio de las acciones de remediación y que favoreció a disminuir los conflictos sociales que la empresa ferroviaria venia enfrentando, debido a que los pobladores de la zona atribuían esta contaminación a la empresa ferroviaria que actualmente viene operando en la vía férrea.
- Las acciones de remediación a partir de las alternativas propuestas, mejorara la calidad del entorno donde la empresa ferroviaria viene desarrollando sus operaciones, debido que actualmente se desarrolla en un ambiente deteriorado por la contaminación que se presenta.

Respecto a otros aportes logrados en la empresa:

- Elaboración la línea base ambiental, que sirvió para desarrollar el instrumento de gestión ambiental de la empresa.
- Implementación del Plan de Manejo de Residuos en todas las unidades del Ferrocarril del Centro (Callao, Chosica, Oroya, Cerro de Pasco y Huancayo).
- Implementación del área de relaciones comunitarias, que resuelve, atiende y

gestiona conflictos relacionados con las operaciones del ferrocarril asociados a quejas ambientales.

- Implementación del programa para identificación e interpretación de los requisitos legales aplicables a la empresa.

IV. CONCLUSIONES

- Se propuso tres alternativas para la remediación de los pasivos para los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80, que son : a) Encapsulamiento de las secciones de la vía con material sulfuroso, b) Recolección y neutralización de las aguas acidas, y c) Retiro físico del material sulfuroso presente en el terraplén y balasto de la vía férrea, donde se evaluó cada una de ellas, a fin de que el titular responsable de la remediación pueda elegir la alternativa más favorable que le permita implementar acciones de remediación sin ningún inconveniente.
- Se identificó 24 secciones de la vía con presencia de material sulfuroso ubicados en el balasto y terraplén de la vía férrea, a su vez que este material presenta en su composición metales como azufre, plomo y arsénico.
- Se evaluó el nivel de significancia que tiene la presencia del material sulfuroso en el entorno donde ubica, y se indica que vienen generando impactos significativos muy altos en el medio físico (afectación de calidad de suelo, erosión del suelo y alteración de la calidad visual), biológico (alteración de la flora y perturbación de la fauna) y social (afectación del bienestar de la población, posibles afectaciones a la salud).
- Se evaluó las tres alternativas propuestas para los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya – Cerro de Pasco, tramo V del PK 50 al PK 80, mediante un cuadro comparativo de los criterios que deben cumplir cuando se desarrolle su implementación, que formara parte de las acciones de remediación.

- De las 03 alternativas propuestas la empresa ferroviaria recomienda que la alternativa más viable para remediación sería el “retiro físico del material sulfuroso presente en el balasto y terraplén de la vía férrea”.

V. RECOMENDACIONES

- Presentar al titular responsable de los pasivos ambientales el informe de propuesta de alternativas de remediación, quien es el responsable de iniciar acciones de remediación con la elaboración de un Estudio Técnico Definitivo y con ello la recuperación de medio degradado a partir de la implementación de la propuesta de las alternativas de remediación sostenibles para los pasivos ambientales identificados en la vía férrea La Oroya - Cerro de Pasco en el tramo V del PK 50 al PK.
- Dar a conocer a los representantes de las comunidades el informe de propuesta de alternativas de remediación a fin de reducir los conflictos sociales a los que viene haciendo frente la empresa ferroviaria, debido a las constantes quejas y amenazas de la paralización de las operaciones de la empresa ferroviaria, esto por atribuir como responsable de la contaminación a la actual empresa ferroviaria
- Incluir en las políticas de cuidado del medio ambiente tanto de la empresa ferroviaria y el titular de los pasivos, como evidencia del trabajo en conjunto que viene realizando la empresa ferroviaria y el titular responsable de los pasivos, que formara parte de un antecedente de responsabilidad del generador y la actual empresa que opera, con esto los pasivos identificados no serán referidos como abandonados.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Aduvire, O. (2006). Drenaje ácido de mina generación y tratamiento. Instituto Geológico y Minero de España Dirección de Recursos Minerales y Geoambiente, 140. <http://www.infometrica.org/index.php/ssh/article/view/166>
- Anibal, S., & Alania, G. (2018). Remediación de los pasivos ambientales mineros generados por la ex unidad minera Lichicocha activos mineros sac con fines de disminuir los lixiviados a la subcuenca del río Santa Eulalia y cuenca del río Rímac.
- Brundtland (1987), Informe sobre desarrollo sustentable. Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas. Asamblea de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>. Consulta: noviembre, 2020.
- Cárdenas Puerto, E. A., & Piñeros Díaz, C. A. (2019). Diseño de una metodología que permita la identificación y la valorización de los pasivos ambientales huérfanos petroleros mediante el uso de una plataforma digital.
- Carrión, G. (2018) Historia y evolución de las redes ferroviarias en el mundo. Revista Ferrovías. XI edición. 2018. Madrid. España.
- Cervantes N., J.J. y Quito Q., S.J. (2019) Tesis: “Evaluación del riesgo ambiental generado por pasivos mineros en la calidad de agua superficial”. Universidad Nacional Agraria de La Molina. Lima, Perú. En línea: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3887/cervantes-neira-y-quito-quilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consulta: noviembre, 2020.
- Chappuis, María (2019) Remediación y activación de pasivos ambientales mineros (PAM) en el Perú. Serie medio ambiente y desarrollo 168. Publicación de las Naciones Unidas. ISSN: 1564-4189. Santiago.
- Suárez, M. A. B. (2022). La gestión de pasivos ambientales huérfanos causados en bienes que han sido objeto de la acción de extinción de dominio. Estudio de caso predio La Morena-Bogotá (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario Bogotá-Colombia).

Zapata, R. E. (2021). Pasivos ambientales y métodos de valoración económica. *Infometric@-Serie Sociales Humanas*, 4(2).

<http://www.infometrica.org/index.php/ssh/article/view/166>

VII. ANEXOS

- Anexo A: Marco legal
- Anexo B: Panel fotográfico
- Anexo C: Fichas de caracterización de pasivos

- Anexo A: Marco legal

Denominación de la norma	Descripción
Constitución Política del Perú	<p>El Numeral 22 del Artículo 2° de la Constitución Política del Perú reconoce el derecho fundamental de todo ciudadano de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida.</p> <p>El tribunal Constitucional sostiene que el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado comprende la facultad de las personas de disfrutar de un ambiente en el que sus elementos se interrelacionan de manera natural y armónica; y en el que la intervención del hombre no suponga una alteración sustantiva de la interrelación de dichos elementos. Por su parte, el derecho a la preservación de un ambiente sano y equilibrado implica que los poderes públicos asuman la obligación ineludible de mantener los bienes ambientales en condiciones adecuadas para su disfrute. Tal obligación también alcanza a los particulares y con mayor razón a aquellos cuyas actividades económicas inciden, directa o indirectamente, en el ambiente</p>

Denominación de la norma	Descripción
Ley N° 28721-Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera	La presente Ley tiene por objeto regular la identificación de los pasivos ambientales de la actividad minera, la responsabilidad y el financiamiento para la remediación de las áreas afectadas por éstos, destinados a su reducción y/o eliminación, con la finalidad de mitigar sus impactos negativos a la salud de la población, al ecosistema circundante y la propiedad.
Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente	El artículo 30°, señala que los planes de descontaminación y de tratamiento de pasivos ambientales están dirigidos a remediar impactos ambientales originados por uno o varios proyectos de inversión o actividades, pasados o presentes. El Plan debe considerar su financiamiento y las responsabilidades que correspondan a los titulares de las actividades contaminantes, incluyendo la compensación por los daños generados, bajo el principio de responsabilidad ambiental. En este contexto las entidades con competencias ambientales promueven y establecen planes de descontaminación y recuperación de ambientes degradados.

Denominación de la norma	Descripción
Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM	Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el manejo de las aguas, donde, esta norma modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados.
Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM	Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, Ley define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor
Reglamento de Protección Ambiental para el sector Transportes aprobado con Decreto Supremo N° 004-2017-MTC	Este reglamento El presente Reglamento tiene por objeto regular la gestión ambiental de las actividades, proyectos y/o servicios de competencia del Sector Transportes de conformidad con la Constitución Política del Perú; la Ley N° 28611

- Anexo B: Panel fotográfico

Fotografía N° 1 Recopilación de datos en campo



Nota. Fotografía tomada durante la etapa de recolección de datos

- Anexo C: Fichas de caracterización de pasivos

FICHA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PASIVO AMBIENTAL - N° 02

PASIVO AMBIENTAL		CÓDIGO: 02	
1. Localización			
Progresiva:	TRAMO N°5, Línea Férrea, PK 52.000, Línea principal		
Longitud del pasivo:	91.1 mts	Referencia Fotográfica:	2
2. Tipos de Pasivos Ambientales (marcar con x)			
a) Deslizamiento	()	b) Erosión	()
c) Socavación	()	d) Área degradada	(X)
e) Biótico	()	f) Antrópico	()
Descripción general: El área se ubica en el terraplén de la vía férrea en dirección al Callao, el pasivo con una longitud de 91.1 metros, y esparcido por ambos lados de la vía. Coordenadas de ubicación E: 391978 ; N: 8°763,899 , en donde se observa la presencia de material sulfurado (pirita) ubicado en el terraplén de la vía férrea, y que viene produciendo cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo y subsuelo.			
2.4. Área degradada (marcar x)			
		Presencia de agua (X)	Huayco ()
Gravedad:	Extrema (X)	Media ()	Baja ()
Cobertura vegetal:	Natural ()	Purma ()	Pasto ()
	Cultivos ()	Escasa (X)	Sin cobertura ()
2.5. Componente ambiental afectado (x)			
Físico:	Ag (x)	Ai ()	Su (x)
Biológico:	Fa (x)	Flo (x)	Ps (x)
2.6. Antrópico (marcar x)			
Desplazamiento poblacional: Accidentabilidad () Actividad económica (X)			
Dispositivo para peatones:		Segmento crítico ()	Dispositivo para reducir velocidad ()
3. Gravedad del pasivo (marcar x)			
In situ:	Riesgo potencial (X)	Genera peligro actual ()	
En área adyacente:	No interfiere (X)	En evolución, puede interferir (x)	Interfiere ()
4. Clasificación (marcar x)			
Niveles:	Crítico (x)	Ligeramente Crítico (X)	No Crítico ()
5. Solución propuesta			
La remediación del pasivo ambiental estará a cargo del titular responsable del pasivo, y que a partir de las propuestas de las alternativas de remediación propuestas deberá elaborar un estudio a nivel de expediente técnico que le permita eliminar la fuente de contaminación que favorecerá a disminuir los conflictos sociales en el entorno donde se ubican y recuperación de las zonas afectadas.			

CÓDIGO - COMPONENTE AMBIENTAL: "FÍSICOS" Ag - Agua; Ai - Aire; Su - Suelo; "BIOLÓGICOS" Fa - Fauna; Flo - Flora; Ps - Paisaje



FICHA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PASIVO AMBIENTAL - N° 03

PASIVO AMBIENTAL	CÓDIGO: 03				
1. Localización					
Progresiva:	TRAMO N°5, Línea Férrea, PK 66.000, Línea principal				
Longitud del pasivo:	89.1 mts Referencia Fotográfica: 2				
2. Tipos de Pasivos Ambientales (marcar con x)					
a) Deslizamiento	()	b) Erosión	()	c) Socavación	()
d) Área degradada	(X)	e) Biótico	()	f) Antrópico	()
Descripción general:	El área se ubica en el terraplén de la vía férrea en dirección al Callao, el pasivo con una longitud de 89.1. metros, y esparcido por ambos lados de la vía. Coordenadas de ubicación E: 390274 ; N: 8'776,870 en donde se observa la presencia de material sulfuroso (pirita) ubicado en el terraplén de la vía férrea, y que viene produciendo cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo y subsuelo.				
2.4. Área degradada (marcar x)					
			Presencia de agua (X)		Huayco ()
Gravedad:	Extrema (X)		Media ()		Baja ()
Cobertura vegetal:	Natural ()		Purma ()		Pasto ()
	Cultivos ()		Escasa (X)		Sin cobertura ()
2.5. Componente ambiental afectado (x)					
Físico:	Ag (x)	Ai ()	Su (x)		
Biológico:	Fa (x)	Flo (x)	Ps (x)		
2.6. Antrópico (marcar x)					
Desplazamiento poblacional:	Accidentabilidad ()			Actividad económica (X)	
Dispositivo para peatones:	Segmento crítico ()			Dispositivo para reducir velocidad ()	
3. Gravedad del pasivo (marcar x)					
In situ:	Riesgo potencial (X)			Genera peligro actual ()	
En área adyacente:	No interfiere (X)			En evolución, puede interferir (x)	Interfiere ()
4. Clasificación (marcar x)					
Niveles:	Crítico (x)		Ligeramente Crítico (X)		No Crítico ()
5. Solución propuesta					
La remediación del pasivo ambiental estará a cargo del titular responsable del pasivo, y que a partir de las propuestas de las alternativas de remediación propuestas deberá elaborar un estudio a nivel de expediente técnico que le permita eliminar la fuente de contaminación que favorecerá a disminuir los conflictos sociales en el entorno donde se ubican y recuperación de las zonas afectadas.					

ÓDIGO - COMPONENTE AMBIENTAL: "FÍSICOS" Ag – Agua; Ai – Aire; Su – Suelo; "BIOLÓGICOS" Fa – Fauna; Flo – Flora; Ps - Paisaje



FICHA IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PASIVO AMBIENTAL - N° 04

PASIVO AMBIENTAL	CÓDIGO: 04				
1. Localización					
Progresiva:	TRAMO N°5, Línea Férrea, PK 67.000, Línea principal				
Longitud del pasivo:	51.9 mts Referencia Fotográfica: 2				
2. Tipos de Pasivos Ambientales (marcar con x)					
a) Deslizamiento	()	b) Erosión	()	c) Socavación	()
d) Área degradada	(X)	e) Biótico	()	f) Antrópico	()
Descripción general:	El área se ubica en el terraplén de la vía férrea en dirección al Callao, el pasivo con una longitud de 51.9 metros, y esparcido por ambos lados de la vía. Coordenadas de ubicación E: 390523 ; N: 8'778,303 en donde se observa la presencia de material sulfuroso (pirita) ubicado en el terraplén de la vía férrea, y que viene produciendo cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo y subsuelo.				
2.4. Área degradada (marcar x)					
			Presencia de agua (X)		Huayco ()
Gravedad:	Extrema (X)		Media ()		Baja ()
Cobertura vegetal:	Natural ()		Purma ()		Pasto ()
	Cultivos ()		Escasa (X)		Sin cobertura ()
2.5. Componente ambiental afectado (x)					
Físico:	Ag (x)	Ai ()	Su (x)		
Biológico:	Fa (x)	Flo (x)	Ps (x)		
2.6. Antrópico (marcar x)					
Desplazamiento poblacional:	Accidentabilidad ()			Actividad económica (X)	
Dispositivo para peatones:	Segmento crítico ()			Dispositivo para reducir velocidad ()	
3. Gravedad del pasivo (marcar x)					
In situ:	Riesgo potencial (X)			Genera peligro actual ()	
En área adyacente:	No interfiere (X)			En evolución, puede interferir (x)	Interfiere ()
4. Clasificación (marcar x)					
Niveles:	Crítico (x)		Ligeramente Crítico (X)		No Crítico ()
5. Solución propuesta					
La remediación del pasivo ambiental estará a cargo del titular responsable del pasivo, y que a partir de las propuestas de las alternativas de remediación propuestas deberá elaborar un estudio a nivel de expediente técnico que le permita eliminar la fuente de contaminación que favorecerá a disminuir los conflictos sociales en el entorno donde se ubican y recuperación de las zonas afectadas.					

ÓDIGO - COMPONENTE AMBIENTAL: "FÍSICOS" Ag – Agua; Ai – Aire; Su – Suelo; "BIOLÓGICOS" Fa – Fauna; Flo – Flora; Ps - Paisaje

