

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA CARRETERA AFIRMADA EN LA ZONA ALTO ANDINA DE LA REGIÓN PUNO

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

JOSÉ ALEX VÁSQUEZ CALDERÓN

ASESOR: DR. FEDERICO ALEXIS DUEÑAS DÁVILA

Lima, abril de 2015

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.2 ALCANCE	1
1.2.1 Definición del Alcance en función del Área de Influencia	2
1.2.2 Definición del Alcance en función del Ciclo de Vida del Proyecto	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....	5
2.2 METODOLOGÍA GENERAL DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	6
2.3 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS: CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS	8
2.4 METODOLOGÍA APLICADA.....	12
2.4.1 Modelo Multi-Criterio	13
2.4.2 Procedimiento evaluativo	13
CAPÍTULO 3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	19
3.1 ENTIDADES GUBERNAMENTALES	19
3.1.1 Sector Ambiente	19
3.1.2 Sector Transportes.....	19
3.1.3 Sector Agricultura.....	20
3.1.4 Sector Cultura	20
3.1.5 Gobiernos Regionales y Locales	21
3.2 MARCO LEGAL.....	21
3.2.1 Normas Generales	21
3.2.2 Normas de Calidad Ambiental y Salud	24
CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	26
4.1 GENERALIDADES	26
4.2 UBICACIÓN.....	26
4.3 ESTADO INICIAL DEL CAMINO EXISTENTE	28
4.4 ACTIVIDADES PREPARATORIAS.....	31
4.4.1 Movilización y Desmovilización	31
4.4.2 Topografía y Geo-Referenciación	32
4.4.3 Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	32
4.4.4 Campamentos y demás Obras Provisionales	32
4.5 EJECUCIÓN DE LAS PARTIDAS	32
4.6 TRAZO DE LA CARRETERA PROYECTADA.....	33
4.6.1 Trazo en Planta y Perfil.....	33

4.7	PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO	34
4.7.1	Diseño Geométrico.....	34
4.7.2	Características Típicas.....	34
4.8	ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA	35
4.8.1	Clasificación de suelos de la carretera actual.....	35
4.8.2	Intervenciones en la Estructura Actual.....	36
4.9	SISTEMA DE DRENAJE Y SUB-DRENAJE	36
4.9.1	Especificación de los Elementos del Sistema de Drenaje y Sub-drenaje	37
4.10	SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS	39
4.10.1	Sección Tipo "A".....	39
4.10.2	Sección Tipo "B".....	40
4.10.3	Sección Tipo "C".....	40
4.11	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	40
4.11.1	Criterios básicos para el diseño	40
4.11.2	Relación de los principales elementos de señalización.....	40
4.11.3	Materiales de señalización temporal.....	41
4.12	FUENTES DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES.....	42
4.12.1	Áreas de Explotación de Materiales (Canteras)	42
4.13	FUENTES DE AGUA	43
4.14	CAMPAMENTOS DE OBRA.....	43
	CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN Y RESULTADOS	44
5.1	EVALUACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	44
5.1.1	Ubicación.....	44
5.1.2	Línea Base Física.....	44
5.1.3	Línea Base Biológica.....	53
5.1.4	Línea Base Social	55
5.1.5	Resumen de indicadores ambientales	58
5.2	IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO. .	62
5.2.1	Identificación de Impactos.....	62
5.2.2	Valorización de Impactos	70
5.2.3	Evaluación de Impactos	83
	CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
6.1	CONCLUSIONES.....	89
6.2	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFÍA.....	91

Lista de Tablas

Tabla N° 1. Área de Influencia Directa.....	3
Tabla N° 2. Área de Influencia Indirecta	3
Tabla N° 3. Evaluación de las capacidades de herramientas metodológicas de la EIA	9
Tabla N° 4. Matriz de valoración del método Batelle-Columbus	11
Tabla N° 5. Mapa jerárquico del ambiente, según ponderaciones de los diferentes Factores Ambientales	15
Tabla N° 6. Valores del vector “Probabilidad de ocurrencia”	16
Tabla N° 7. Valores del vector “Extensión”	16
Tabla N° 8. Valores del vector “Perturbación”	16
Tabla N° 9. Valores del vector “Duración”	16
Tabla N° 10. Valores del vector “Importancia”	17
Tabla N° 11. Valores del vector “Reversibilidad”	17
Tabla N° 12. Valores del vector “Carácter”	17
Tabla N° 13. Reglas de decisión-interpretación de impactos ambientales [de rango normativo].....	18
Tabla N° 14. Longitud de la Carretera	26
Tabla N° 15. Material Predominante a lo Largo de la Trocha y Vía Nueva	28
Tabla N° 16. Parámetros de Diseño	35
Tabla N° 17. Composición de los Suelos.....	36
Tabla N° 18. Longitud Total de Cunetas	37
Tabla N° 19. Longitud Total de Subdrenes.....	37
Tabla N° 20. Longitud Zanjas de Drenaje	38
Tabla N° 21. Longitud Total de Alcantarillas.....	38
Tabla N° 22. Longitud Total de Muro de Contención.....	39
Tabla N° 23. Relación de Canteras.....	42
Tabla N° 24. Relación de Fuentes de Agua.....	43
Tabla N° 25. Coordenadas UTM de los extremos de la Carretera	44
Tabla N° 26. Parámetros de calidad de agua y Estándares nacionales de Calidad de Ambiental (ECA)	51
Tabla N° 27. Familias de Especies de Flora Representativas.....	54
Tabla N° 28. Calidad de los Factores Ambientales por Tramo del Proyecto	60
Tabla N° 29. Inventario de Impactos Ambientales.....	67
Tabla N° 30. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA)–Tramo 1	71
Tabla N° 31. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA) – Tramo 2.....	72
Tabla N° 32. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA) – Tramo 3.....	73
Tabla N° 33. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA) – Tramo 4.....	74
Tabla N° 34. Criterios o atributos empleados en la caracterización de impactos ambientales empleados en el estudio.....	75
Tabla N° 35. Tabla de Valorización de Impactos Ambientales.....	76
Tabla N° 36. Matriz de Importancia Resumen de Impactos Ambientales del Proyecto	77
Tabla N° 37. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 1	79
Tabla N° 38. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 2	80
Tabla N° 39. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 3	81
Tabla N° 40. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 4	82
Tabla N° 41. Regla de decisión para la interpretación de impactos ambientales empleados en la evaluación.....	83
Tabla N° 42. Interpretación de Impactos Ambientales.....	83

Tabla N° 43. Evaluación del Proyecto por Factores Ambientales	85
Tabla N° 44. Reglas de Decisión para el proyecto	86
Tabla N° 45. Evaluación de los Tramos del Proyecto por Reglas de Decisión	86
Tabla N° 46. Afectación del Medio por Tramo del Proyecto	87

Lista de Figuras

Figura N° 1. Área de influencia directa de la actividad antrópica a evaluar	2
Figura N° 2. Alcance del presente estudio en el Ciclo de Vida del Proyecto	4
Figura N° 3. Criterios del EIA	7
Figura N° 4. Modelo básico de impacto o alternación ambiental.....	8
Figura N° 5. Ejemplo de diagrama de procesos y sub procesos (Caso del proceso de construcción).....	14
Figura N° 6. Mapa de Ubicación Política del Proyecto	27
Figura N° 7. Trazo del Proyecto a evaluar	27
Figura N° 8. Inicio de la ruta variante al Caso Base que inicia a 7 Km de Macusani.....	29
Figura N° 9. Trocha pendiente menor a 8 %, superficie de rodadura deteriorada	30
Figura N° 10. Superficie de rodadura colapsada	30
Figura N° 11. Superficie de rodadura deteriorada, pendiente superior al 10 %	31
Figura N° 12. Final de la trocha con formaciones rocosas	31
Figura N° 13. Distribución Media Mensual de Precipitaciones Durante el Año	46
Figura N° 14. Distribución Media Mensual de Temperaturas Durante el Año	46
Figura N° 15. Valles interandinos y Estribaciones Andinas	48
Figura N° 16. Cadenas de Cerros.....	48
Figura N° 17. Quebradas	48
Figura N° 18. Laderas	49
Figura N° 19. Lomadas	49
Figura N° 20. Llanuras	49
Figura N° 21. Ubicación de Puntos de Toma de Muestras de Calidad de Agua	50
Figura N° 22. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo - 1	63
Figura N° 23. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo - 2	64
Figura N° 24. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo – 3	65
Figura N° 25. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo - 4	66
Figura N° 26. Frecuencia Simple de Impactos Ambientales	68
Figura N° 27. Frecuencia Absoluta de Impactos Ambientales	69
Figura N° 28. Frecuencia Relativa Ponderada de Impactos Ambientales	69
Figura N° 29. Número de impactos ambientales según Factores Ambientales	71
Figura N° 30. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales	71
Figura N° 31. Número de impactos ambientales según Factores Ambientales	72
Figura N° 32. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales	72
Figura N° 33. Número de impactos ambientales según factores Ambientales	73
Figura N° 34. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales	73
Figura N° 35. Número de impactos ambientales según Factores Ambientales	74
Figura N° 36. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales	74
Figura N° 37. Factores Ambientales impactados según niveles de afectación (importancia).....	77
Figura N° 38. Impactos en cada Tramo según niveles de afectación (importancia).	78
Figura N° 39. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales	79
Figura N° 40. Valor Relativo de la afectación de los impactos según Aspectos Ambientales	79

Figura N° 41. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales	80
Figura N° 42. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales	80
Figura N° 43. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales	81
Figura N° 44. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales	81
Figura N° 45. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales	82
Figura N° 46. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales	82
Figura N° 47. Distribución de los impactos negativos según categorías de afectación ambiental.....	84
Figura N° 48. Frecuencia de Impactos según Tramo del Proyecto	85
Figura N° 49. Regresión Medio Físico & Medio Biológico	87
Figura N° 50. Regresión Medio Físico & Medio Socio-Económico.....	88
Figura N° 51. Regresión Medio Socio-Económico & Medio Biológico.....	88



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta de carácter preventivo, orientado a informar al promotor de un proyecto, respecto a los efectos al medio ambiente que pueden generar con su ejecución. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad principal establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa u obstruccionista, ni un freno para el desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotaciones del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico. Cada proyecto, obra o actividad ocasionará sobre el entorno en el que se ubique una perturbación, la cual deberá ser minimizada en base a los estudios de impacto ambiental. Para ello existen diversas metodologías para la identificación y evaluación de impactos ambientales por las actividades propias de los proyectos.

Para obras viales, en el medio nacional no están estipuladas del todo las metodologías adecuadas de identificación y evaluación de impactos ambientales, en este contexto el estudio planteado tendría la posibilidad de aportar en el diseño de los procesos metodológicos para una adecuada evaluación de impactos ambientales para un proyecto de obra vial. Como caso práctico se realiza el análisis de impacto ambiental en la etapa de construcción de una carretera afirmada en la zona alto andina de la Región Puno, cuya construcción se justifica en la necesidad de una vía de acceso para el transporte de los recursos y personal de la Empresa Minera, además de inclusión de los pueblos aledaños.

1.1 OBJETIVOS

El objetivo principal es evaluar el impacto ambiental de una carretera o eje vial en su proceso de construcción, a fin de determinar el nivel de compatibilidad ambiental de esa intervención en un contexto ambiental determinado.

Mediante aplicación de la metodología planteada, realizar la identificación, cuantificación y análisis de la naturaleza y magnitud de los posibles impactos ambientales y sociales, que pueden resultar debido a la construcción del proyecto. Y finalmente evaluar la compatibilidad ambiental del proyecto en el entorno localizado.

1.2 ALCANCE

Es el análisis del impacto ambiental de los espacios geográficos y sociales comprendidos en la construcción de la Carretera Afirmada en la zona alto andina de la Región Puno.

La justificación del alcance reside en que cada proyecto y cada entorno requiere un enfoque específico en función de las particulares circunstancias que le afectan, y en que la realización del estudio de impacto ambiental puede ser demasiado compleja y desproporcionada si no se definen bien sus objetivos, (Gomez Orea D, 2007).

1.2.1 Definición del Alcance en función del Área de Influencia

1.2.1.1 Aspectos Metodológicos para la definición del Área de Influencia (AI)

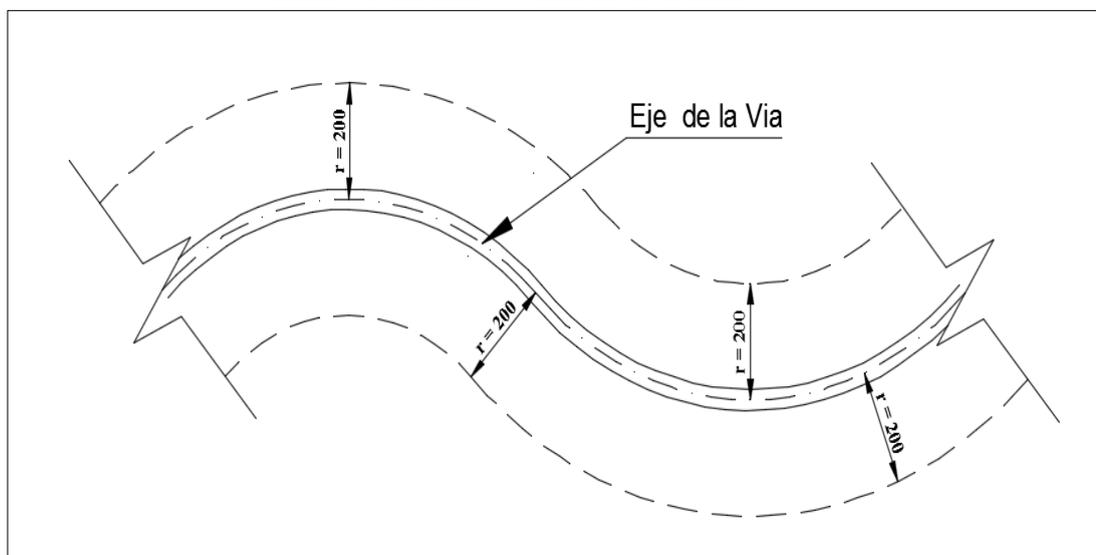
Un aspecto importante en la evaluación de impacto ambiental es la descripción del emplazamiento. Según Canter, la descripción del emplazamiento supone distinguir el área de influencia directa del área de influencia indirecta.

El área de influencia de un proyecto, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará el proyecto, (Conesa, V, 2010).

El desarrollo de los estudios ambientales deberá identificar y delimitar claramente el área de influencia. Esta delimitación se hace con base en una identificación previa de los probables impactos (positivos y negativos) y riesgos que pueda generar el proyecto en las etapas de construcción o implementación, operación y desmantelamiento o abandono.

El área de influencia se debe definir específicamente para cada caso, en función a las particularidades del proyecto. Es importante tener en cuenta, de acuerdo con las dimensiones del proyecto, la localización político-administrativa (jurisdicción de las entidades territoriales, provincias, departamentos, municipios, localidades, barrios, entre otros).

Figura N° 1. Área de influencia directa de la actividad antrópica a evaluar



Fuente: Elaboración Propia.

1.2.1.2 Delimitación del Área de Influencia Directa (AID)

Para delimitar el área de influencia directa mediante la fórmula de Canter se tomó como radio una distancia de 100 m y teniendo en cuenta un valor de 2 unidades para el factor de seguridad (k) (Ver Tabla N° 1).

Los criterios para delimitar el Área de Influencia Directa (AID) han tenido en consideración las actividades previstas en la etapa de construcción, el derecho de vía y el área de concesión, por lo que el AID se ha definido dentro de una franja a lo largo de la carretera (con un mínimo de 200 m. de ancho a cada lado del eje), ampliándose a través de las vías de acceso, hasta las áreas donde se realizarán actividades propias de la obra (canteras, campamentos, depósitos de material excedente), las cuales interactúan con los aspectos físicos, biológicos y sociales de su entorno (ver Figura N° 1 y Tabla N° 1).

Tabla N° 1. Área de Influencia Directa

Área de Influencia	Valor de (r) en mts.	Longitud (L) en mts.	Factor de seguridad (k)	Fórmula	Extensión en miles de m ² (S)
Directa	100	56377	2	$S = (L*r)*k$	11275.4

Fuente: Adaptado de (Canter, L, 1998), Elaboración Propia.

1.2.1.3 Delimitación del Área de Influencia Indirecta (AII)

Para delimitar el área de influencia directa mediante la fórmula de Canter se tomó como radio una distancia de 1000 m y teniendo en cuenta un valor de 4 unidades para el factor de seguridad (k) (Ver Tabla N° 2).

La delimitación del Área de Influencia Indirecta (AII) ha sido determinada en función a los criterios de ordenamiento geopolítico (comunidades, distritos) y de composición natural y corredores económicos, albergados dentro de la franja de influencia de la vía, a lo largo de la vía. Obteniendo un ancho de franja de influencia final de 4000 m a ambos lados desde su eje.

Tabla N° 2. Área de Influencia Indirecta

Área de Influencia	Valor de (r) en mts.	Longitud (L) en mts.	Factor de seguridad (k)	Fórmula	Extensión en miles de m ² (S)
Directa	1000	56377	4	$S = (L*r)*k$	225508

Fuente: Adaptado de (Canter, L, 1998), Elaboración Propia.

1.2.2 Definición del Alcance en función del Ciclo de Vida del Proyecto

1.2.2.1 Ciclo de Vida del Proyecto

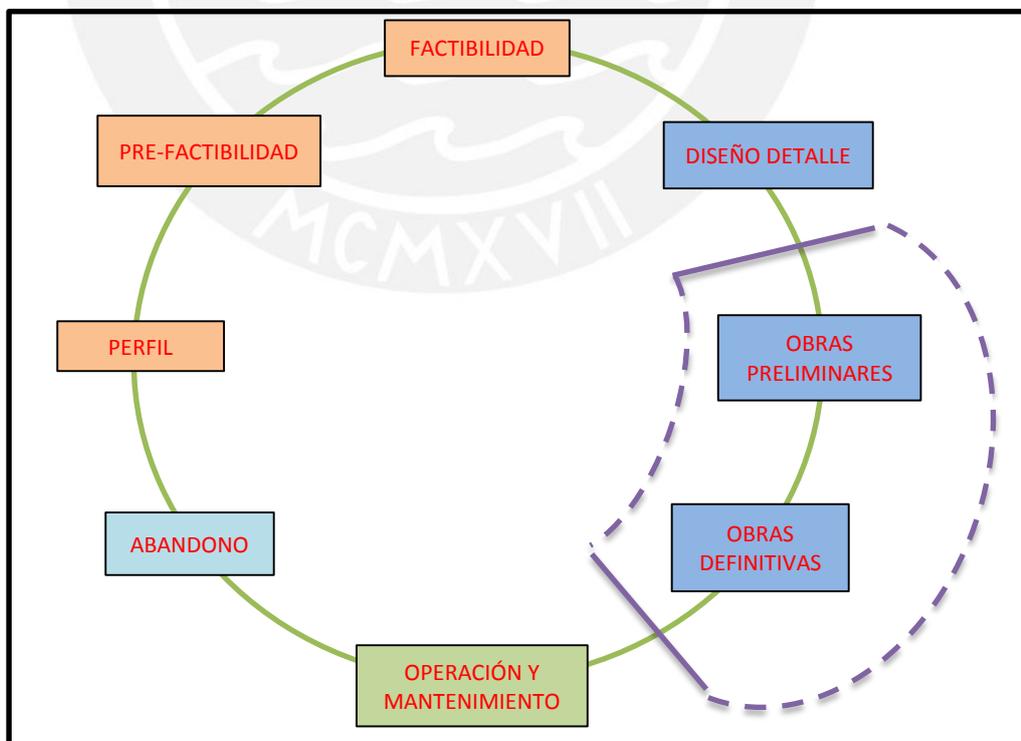
El Ciclo de Vida es una herramienta utilizada para evaluar el impacto ambiental de un proyecto a lo largo de su periodo de subsistencia que considera una serie de fases de trabajo interrelacionadas, y siguen una secuencia más o menos definida (Canter, L, 1998).

Para ello, se necesita la cuantificación del uso de recursos (energía, materias primas, etc.) y emisiones correspondientes (en el aire, el agua y el suelo) necesarios para sus etapas, según el tipo de proyecto, de planeamiento, diseño, construcción, operación, abandono, etc.

1.2.2.2 Aplicación al caso de Estudio

Para el caso de estudio se analizará el impacto ambiental en la fase de construcción, del ciclo de vida del proyecto, el cual comprende las obras de trabajos preliminares y las obras de trabajos definitivos que se llevaran a cabo en toda la etapa. Además, siendo aquellos procesos los más susceptibles de mejora desde el punto de vista de ambiental, y poder analizar la eficacia de las posibles medidas de mejora aplicables (Ver Figura N° 2).

Figura N° 2. Alcance del presente estudio en el Ciclo de Vida del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso Técnico-Administrativo que tiene por objetivo la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad podría originar en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos (Conesa, V, 2010).

Además de predecir problemas potenciales, el EIA identifica las medidas para minimizar los problemas y sugiere como adaptar el proyecto al ambiente propuesto. Así también, se concentra en la solución de problemas, conflictos o perturbaciones a los componentes ambientales, que pueden afectar la viabilidad ambiental del proyecto vial, analizando además como el proyecto puede ser afectado por los procesos propios que se han derivado como consecuencia del uso inadecuado de los recursos naturales (Rabal Duran, 2002).

Para este proceso se debe considerar los aspectos fundamentales, como recopilación de información, investigación y análisis, requeridos para realizar el estudio de impacto ambiental. La verdadera magnitud de estas acciones requeridas para un proyecto específico, será determinada por las características propias del mismo. Dado que la concepción de Evaluación de Impacto Ambiental no da cabida para fórmulas rígidas, porque cada situación ha de resolverse sobre la base de una hipótesis de estudios específicamente concebida por ellas, por ello se cuenta con una metodología flexible.

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación se presentan algunos conceptos básicos que deben ser manejados por los actores involucrados en las Evaluaciones de Impacto Ambiental.

- **Acción:** Cualquier política, programa, plan o proyecto que pudiese afectar el ambiente, (CONAM, 1999).
- **Acción Propuesta:** Es una política, plan, programa o proyecto que se ofrece para consideración en el proceso de Evaluación ambiental, (CONAM, 1999).
- **Análisis de Riesgo:** Estudio o evaluación de las circunstancias, eventualidades o contingencias que en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad, pueden generar peligro o daño a la salud humana, al ambiente o a los recursos naturales, (CONAM, 1999).
- **Aspecto Ambiental:** Aquello que una actividad, producto o servicio genera (en cuanto a emisiones, vertidos, residuos, ruido, consumos, etc.) que tiene o puede tener incidencia sobre el medio ambiente, entendido éste como el medio natural receptor de los aspectos ambientales, incluyendo dentro de

este medio los seres vivos que habitan en él, (NTP-ISO14001, 2004).

- **Compensación:** Subgrupo de medidas de corrección mediante las cuales se pretende restituir los efectos ambientales irreversibles generados por una acción, a través de la creación de un escenario similar al deteriorado en el mismo lugar o en un lugar distinto al primero, (Gómez Orea, D, 2007).
- **Estudio de Impacto Ambiental:** Es el informe que documenta el proceso global de Evaluación de Impacto Ambiental y sus distintas etapas para un tipo de acción en particular, (Conesa, V, 2010).
- **Gestión Ambiental:** Conjunto de acciones de una organización encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del Medio Ambiente, (CONAM, 1999).
- **Indicador de Impacto Ambiental:** concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud de impacto, al menos en su aspecto cualitativo y también, si es posible, cuantitativo, (CONAM, 1999).
- **Índice Ambiental:** Es una expresión numérica resultante de la fusión de varias variables descriptivas de un fenómeno ambiental de interés social como mecanismo de síntesis de la información para toma de decisiones, (CONAM, 1999).
- **Impacto Ambiental:** Es la acepción genérica de “alteración” significativa del ambiente como consecuencia de las acciones humanas, (Conesa, V, 2010).
- **Mitigación:** Diseño y ejecución de obras o actividades dirigidas a moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos y efectos negativos que un proyecto, obra o actividad pueda generar sobre el entorno humano y natural, (CONAM, 1999)
- **Medio Ambiente:** Es el entorno biofísico, y sociocultural que condiciona, favorece, restringe o permite la vida, (Conesa, V, 2010).
- **Monitoreo:** Obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales, generada para alimentar los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental, (Conesa, V, 2010).

2.2 METODOLOGÍA GENERAL DE LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

El proceso de EIA debe ser sistemático, reproducible, interdisciplinario y participativo. Sistemático, para asegurar que todas las alternativas factibles que satisfagan el objetivo básico y las necesidades de la acción propuesta se consideren y comparen; que los recursos ambientales se describan y evalúen, y que todas las medidas que

puedan proteger a esos recursos reciban su debida consideración. Reproducible, para permitir que terceros puedan verificar independientemente las predicciones del proceso y las conclusiones que se presenten en el análisis de impacto ambiental. Interdisciplinario, para asegurar que expertos de las distintas disciplinas, contribuyan con su experiencia a la evaluación, hace ella que sea exhaustiva y acertada. Participativo, para asegurar que los sectores que representan los distintos intereses y especialmente los afectados, conozcan y entiendan la acción propuesta y tengan la oportunidad de evaluarla y expresar sus opiniones.

La Evaluación de Impacto Ambiental permite comparar las situaciones ambientales existentes con aquellas que surgirían como resultado de una acción en particular.

Figura N° 3. **Criterios del EIA**



Fuente: Elaboración propia

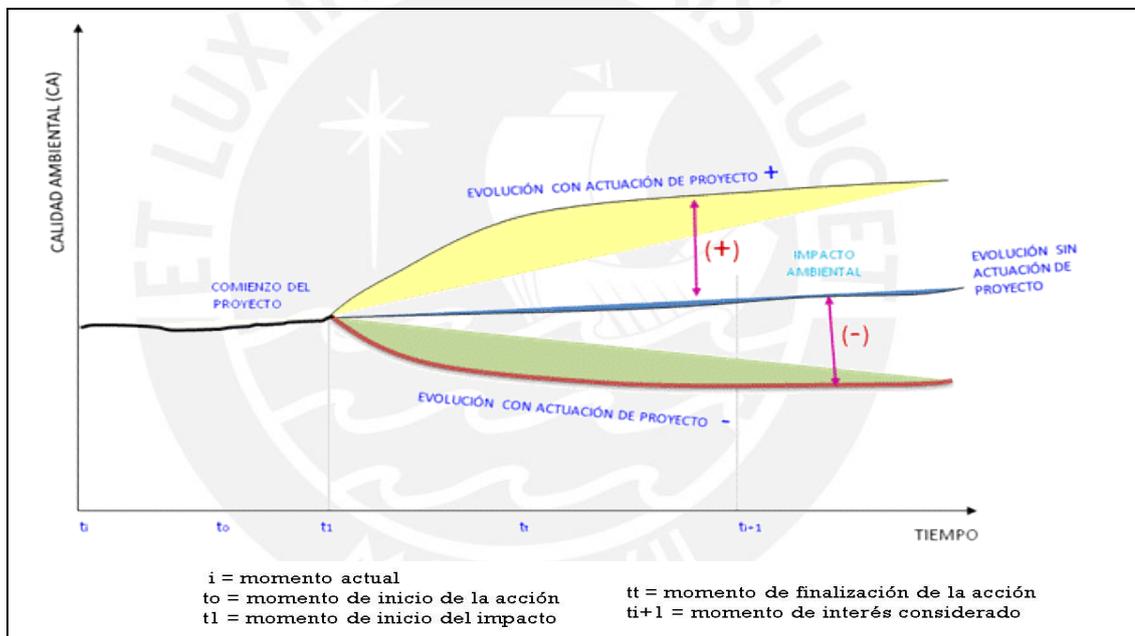
Para establecer el impacto positivo o negativo de una acción humana, un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental dispone de atributos que permiten cuantificar sus características y niveles. Entre ellos destacan:

- Magnitud del efecto (superficie, volumen de contaminantes, porcentaje de superación de una norma, etc.).
- Significado para la calidad del ambiente afectado (deterioro de un recurso especial, extinción de una especie, etc.).
- Comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos (permanentes, al inicio, periódicos, intermitentes, al término).
- Territorio afectado (área que contiene los impactos ambientales y que no necesariamente coincide con la localización de la acción propuesta).
- Riesgo de ocurrencia de determinados impactos ambientales.
- Capacidad del ecosistema para recuperarse luego de una acción humana.
- Características y aspectos socioculturales dependientes de áreas ambientalmente frágiles (minorías étnicas, oficios tradicionales, etc.).
- Singularidades ecológicas que presenta el área afectada (sitios únicos o poco representados, sitios de anidamiento de aves).

2.3 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS: CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS

Un primer aspecto a discutir es precisamente el concepto de ambiente. Se establece que el ambiente es un sistema complejo, que tienen diversas estructuraciones (Conesa, V, 2010), (Canter, L, 1997), (Gomez Orea D, 2007), (Banco Mundial, 2010), (BID, 2002). Para Conesa, el medio tiene dos componentes principales: el medio físico y el medio socio-económico, por su parte Canter sigue la perspectiva ecológica, y considera que el medio puede ser definido por dos variables, el medio inerte y el medio biológico. De otro lado, autores como (Gomez Orea D, 2007), (Collazos, J, 2009) y (Dueñas. A, Ramirez. V, y M. Defilippi, 2012), consideran que el medio tiene una disposición tridimensional, donde se distingue el medio físico, el medio biológico y el medio socio-económico.

Figura N° 4. Modelo básico de impacto o alternación ambiental



Fuente: Adaptado de (Conesa, V, 2010)

Un segundo acuerdo tiene que ver con el concepto de alteración ambiental, léase impacto ambiental. Sobre el particular ya existe un modelo formalizado, que se presenta en la Fig. N° 4 donde se observa tres curvas. Una curva representa la evaluación del medio, en cuanto a un valor ambiental particular o Índice de Calidad Ambiental (ICA) respecto al tiempo. Asimismo, se tiene un valor ambiental modificado como consecuencia de ejecutar una actividad de transformación, generándose una brecha entre la situación previa y respecto a la situación sin alteración. Por último, se tiene una tercera curva, que expresa una situación también modificada, solo que esta vez, el índice de calidad ambiental, lejos de disminuir se incrementa.

Tabla N° 3. Evaluación de las capacidades de herramientas metodológicas de la EIA

Herramientas metodológicas de la EIA	Definición de alcance	Identificación de impactos	Descripción del ambiente afectado	Predicción de impactos	Evaluación de impactos	Toma de decisiones	Comunicación de resultados
Análogos	x	x		x	x		
Listas de verificación (Simple)		x			x	x	x
Listas de verificación en base a decisiones					x	x	x
Análisis costo-beneficio ambiental				x	x	x	
Opinión de expertos		x		x	x		
Sistemas expertos	x	x	x	x	x	x	
Índices o indicadores ambientales	x		x	x	x		x
Pruebas de laboratorio y modelos a escala		x		x			
Evaluación del paisaje			x	x	x		
Revisión de la literatura		x		x	x		
Balace de masa				x	x		
Matrices	x	x		x	x	x	x
Seguimiento (línea de base)			x		x		
Seguimiento (estudios de campo)				x	x		
Redes		x	x	x			
Superposición de mapas (SIG)			x	x	x		x
Montajes fotográficos		x	x				x
Modelaje cualitativo			x	x			
Modelaje cuantitativo			x	x			
Evaluación de riesgos	x	x	x	x	x		
Construcciones de escenarios				x		x	
Extrapolación de tendencias			x	x			

Fuente: Adaptado de BID (2002)

Un tercer consenso tiene relación con que no existe un único instrumento de Evaluación de Impacto Ambiental que permita identificar, evaluar, valorizar impactos. Se requiere de un sistema metodológico, que combinan diferentes herramientas, como lo proponen (Conesa, V, 2010), (Canter, L, 1997), (BID, 2002) y (Dueñas, A; Ramírez, V y M, Defilippi, 2012). En la Tabla N° 3, se presenta una primera evaluación de los instrumentos de la EIA, donde se aprecia que los mejores instrumentos son las matrices y los índices, además de los sistemas expertos (sistemas informáticos).

De otro lado, la predicción de impactos cuenta con un elevado número de

instrumentos metodológicos, al igual que la evaluación de impactos. En menor proporción le siguen los instrumentos que permiten describir los ambientes afectados. La definición del alcance de la evaluación, así como la toma de decisiones y la comunicación de resultados cuentan en la actualidad con escasos instrumentos metodológicos, los cuales requieren ser desarrollados.

Es por esta razón que los métodos más empleados: (Conesa, V, 2010), (Leopold, Clarke, Hanshaw, & Balsley, 1971), (Canter, L, 1997) y (Dueñas, A; Ramírez, V y M, Defilippi, 2012), privilegian el uso de matrices de interrelación, según la cual el impacto surge como consecuencia de la interacción de un aspecto ambiental o actividad antrópica y un medio ambiental o factor ambiental.

Esta interacción puede adquirir valores cualitativos (Conesa y Leopold) o cuantitativos (Dueñas y Conesa). De ese modo, se puede formular la siguiente expresión:

$$V_i = f(a, b, \dots, j \dots n) \quad (1)$$

Donde V_i es el valor del impacto, el cual está en función de los parámetros ambientales $a, b, \dots, j \dots n$, que explican las condiciones de cambio en diversas dimensiones del ambiente (naturaleza (+/-), extensión, magnitud, importancia, velocidad, reversibilidad, etc.). A partir de (1) se han formulado diversas expresiones, siendo la menos parsimoniosa la propuesta por (Conesa, V, 2010) que considera doce parámetros, le sigue la formulación del (BID, 2002) con seis parámetros.

El procedimiento de evaluación propuesto por (Conesa, V, 2010) y (Gómez Orea, D, 2007), que considera una valoración multi-criterio, tal como lo refiere (Espinoza G, 2006). De este modo, el valor de un impacto se puede estimar, y consiguientemente clasificar, bajo la expresión siguiente:

$$I_V = \pm N \left(\sum_{j=1}^n a_j \right) \quad (2)$$

Donde, N representa la naturaleza o el carácter del impacto, el mismo que tiene un signo (+) si es un impacto positivo cuya influencia en el ambiente contribuye a aumentar el desempeño del parámetro o indicador ambiental, y (-) si lo disminuye. En ese orden de ideas, la integral de a_j está explicada por el conjunto de atributos, variables categóricas, que permiten caracterizar al impacto. Estos atributos también han sido descrito como criterios de clasificación, siguiendo las consideraciones teóricas de (Canter, L, 1997) y (Morrison A y J Bailey, 2003).

Matemáticamente, la expresión (2) resulta ser arbitraria, en la medida que el factor

de mayor peso es la importancia, que terminaría incidiendo de manera sustancial en el valor del impacto (I_v). Dado que no existe suficiente evidencia empírica para resolver este problema, se sugiere modelar, de forma iso-proporcional, es decir, asumir que los criterios tienen un efecto equivalente y proporcional similar, entre ellos, la importancia. Esto supondría considerar una nueva expresión, con el siguiente detalle:

$$I_v = +/- C * (PRO * [EX + I + RE + T + IM]) \quad (3)$$

Esta nueva expresión (3), tiene un efecto correctivo adicional, respecto a la escala de estimación. Los valores obtenidos, constituyen la mitad de los valores antes referidos y lo cual es congruente, porque supondría hacer un evaluación mucho más ajustada a la realidad, eliminando los sesgos de sobre estimación, como bien lo anotan (Canter, L, 1997), (Conesa, V, 2010) y (Kiely, G, 1999).

Otros autores proponen tratar el valor del impacto en virtud de la distancia que se genera como consecuencia del cambio o la alteración ambiental, siguiendo la lógica explicada en la Fig. 4, de ese modo, la distancia ambiental también denominada como “divergencia”, surge de la diferencia entre el valor cuantitativo del impacto y el Estándar de Calidad (ECA), o Límite Máximo Permisible (LMP) o valor de la Línea de Base (Lo) (Dueñas. A, Ramirez. V, y M. Defilippi, 2012). De modo tal que,

$$V_i = x - y \quad (4)$$

Donde V_i es la divergencia ambiental, que resulta del valor de la alternación (x) respecto a un patrón ambiental, en este caso (ECA, LMP o Lo).

Tabla N° 4. **Matriz de valoración del método Batelle-Columbus**

Categoría Ambiental	Componentes	Parámetros i	Índice de Calidad Ambiental (EQ)			Señales de Alerta
			EQs/p (sin proyecto)	EQc/p (con proyecto)	EIU (Cambio neto)	
Ecología						
Contaminación						
Estética						
Humanos						

Fuente: (Conesa, V, 2010), (Gómez Orea, D, 2007), y (Espinoza G, 2006).

Otro modelo es el conocido método Batelle-Columbus, que tiene como propósito evaluar los efectos de las actividades sino en las diferentes categorías ambientales, respecto a sus componentes y parámetros, en dos escenarios con y sin proyecto. A partir de un conjunto de índices de calidad ambiental, el método propone estimar el cambio neto, en unidades de impacto, con el uso subsecuente de señales de alerta. En la Tabla N° 4 se presenta la matriz de valoración del método Batelle-Columbus.

La lógica de valoración y el procedimiento de evaluación de impactos propuesto por el método Batelle-Columbus es sustancialmente diferente, y según (Conesa, V, 2010) y (Gómez Orea, D, 2007), se puede resumir en los siguientes pasos:

En primer lugar, determinar el entorno afectado por el proyecto, y con él los parámetros ambientales que serán afectados por el proyecto. En segundo lugar, se debe elaborar las funciones de calidad ambiental para cada parámetro a considerar. En tercer lugar, establecer el peso relativo, en unidades de importancia (UIP) de cada parámetro seleccionado. En cuarto lugar, valorar cada parámetro en la situación sin proyecto, de acuerdo a las funciones de transformación elaboradas en el paso 2, obteniendo el EQ_{s/p}. En quinto lugar, y de manera análoga, se valora cada parámetro en la situación con proyecto, de acuerdo a las funciones de transformación elaboradas en el paso 2, obteniendo el EQ_{c/p}. En sexto lugar, se requiere ponderar los valores obtenidos, expresados como un producto de cada valor calculado en el paso 4 respecto a su índice ponderal (UIP), bajo la siguiente expresión:

$$EIU_{s/p} = PIU \times EQ_{s/p} \quad (5)$$

Se prosigue de forma similar para hallar el EIUC/p, bajo la expresión siguiente:

$$EIU_{c/p} = PIU \times EQ_{c/p} \quad (6)$$

Con ambos valores se procede a hallar la diferencia entre la situación sin y con proyecto, bajo la fórmula siguiente:

$$\Delta EIU = EIUC/p - EIUS/p \quad (7)$$

Por último, se integran algebraicamente los resultados obtenidos, conforme a:

$$EIU_t = \sum_{i=1}^n EIU_i \quad (8)$$

2.4 METODOLOGÍA APLICADA

El método multi-criterio de carácter cualitativo ha sido una aproximación adecuada y suficiente, en ausencia de datos cuantitativos de dimensionamiento de impactos, para pronosticar con suficiente detalle técnico los impactos probables que presentan cierto grupo de proyectos.

2.4.1 Modelo Multi-Criterio

Según este procedimiento, la evaluación se hace a través de una matriz de doble entrada. De un lado, a nivel de filas, se consigna la etapa a evaluar, en este caso la Fase de Construcción. Y a continuación como detalle de esta, se infiere que dicho aspecto ambiental genera impactos en diversos factores ambientales, tales como: aire, agua, suelo, flora y fauna, y socio-económico. Luego a nivel de columnas, se consignan los criterios con los cuales se evalúan, precisamente se valorizan los impactos. Estos criterios son: 1) el carácter o también naturaleza del impacto, 2) probabilidad de ocurrencia, 3) magnitud en términos de extensión e intensidad, 4) perturbación, 5) Duración o temporalidad, 6) importancia y 7) reversibilidad. A partir de estos vectores se estima el valor del impacto, con la siguiente expresión:

$$I_v = +/- C \times [Ocu + Ex + Per + D + Im + Re] \quad (9)$$

La expresión en (9) se asemeja a los métodos descritos en (BID, 2002) y (Canter, L, 1998), por tanto constituyen un proceso multi-criterio de orden cualitativo.

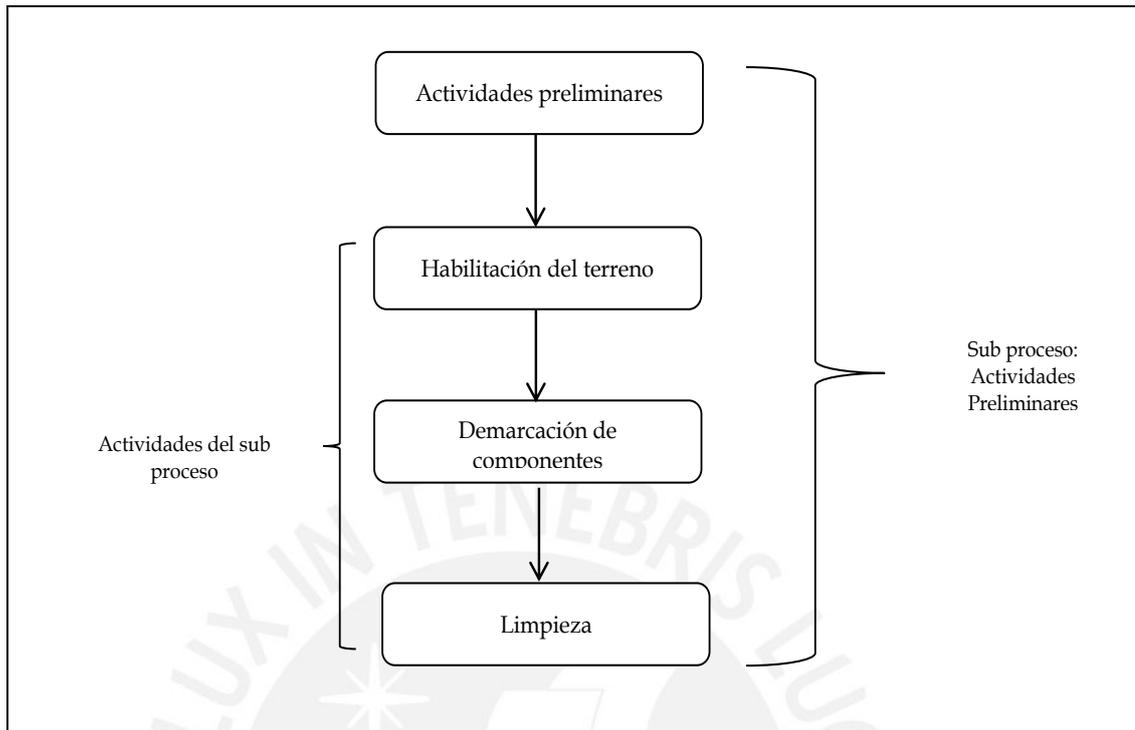
2.4.2 Procedimiento evaluativo

Los supuestos a considerar previamente son dos. De un lado, el impacto ambiental surge como consecuencia de la interrelación entre el aspecto ambiental y los factores del medio ambiente (ISO, 2004) y la resultante de este proceso es la modificación sustancial de los valores del ambiente. Para estimar el valor de los impactos, aun cuando sea bajo la lógica cualitativa, se requiere establecer los supuestos de la expresión siguiente:

$$v_i = f[A_a \times F_a] \quad (10)$$

Así los A_a constituyen los aspectos ambientales, que se expresan por las intervenciones que realiza el hombre cada vez que realiza el proceso constructivo o cuando ocurre la función de producción/servicio que emplea la infraestructura desarrollada durante la fase constructiva. Estos aspectos ambientales, en adelante $[A_a]$ se pueden identificar con el uso de diagramas de flujo ambiental, como el que se presenta en la figura siguiente.

Figura N° 5. Ejemplo de diagrama de procesos y sub procesos (Caso del proceso de construcción)



Fuente: Elaboración Propia

El diagrama de flujo ambiental expuesto, tiene por objeto ordenar los aspectos ambientales en términos de actividades, según su secuencia en el tiempo. Para ello se consideran, por lo menos las siguientes etapas en la ejecución: a) actividades preliminares, que incluye las labores de habilitación del terreno y limpieza del mismo; b) Colocación de los componentes del proyecto.

El otro supuesto son los Factores Ambientales, en adelante $[F_a]$, dado que las afectaciones deben ser diferenciadas en función del Factor Ambiental afectado, debido a que no todos los factores tienen la misma importancia (Conesa, V, 2010) y (Gomez Orea D, 2007). Debe acotarse, en ese orden de ideas, ambos autores sugieren el uso de un Mapa Jerárquico, o tabla de ponderaciones. En el caso evaluado, Mapa Jerárquico de Ponderaciones se presenta la Tabla N° 5.

Los diversos autores citados en este apartado, también coinciden que es muy complejo llegar a establecer, aún con el uso de Paneles de Expertos, valores de ponderación menos arbitrarios y más objetivos de cada uno de los $[F_a]$. Por tanto, una solución práctica es solo considerar los $[F_a]$ sin ponderación y como elemento orientativo para evaluar cualitativamente los impactos.

Tabla N° 5. Mapa jerárquico del ambiente, según ponderaciones de los diferentes Factores Ambientales

Sistema	Sub-sistema	Componente Ambiental	Unidades de Importancia (UIP)
Medio Físico	M. Inerte	Aire	60
		Agua	60
		Suelo	60
	M. Biótico	Flora	60
		Fauna	60
	M. Perceptual	Valor testimonial	20
		Paisaje intrínseco	20
		Inter-visibilidad	20
		Componentes singulares	20
		Recursos científico-culturales	20
Medio Socio-económico y cultural	M. Territorial	Relativo al aire libre	20
		Rural y productivo	20
		Conservación de la naturaleza	20
		Varios rural	20
		Procesos	20
	M. de Núcleos Habitados	Estructura de los núcleos	30
		Estructura urbana y equipamientos	30
		Infraestructuras y servicios	40
	M. Socio cultural	Aspectos culturales	30
		Aspectos colectivos	30
		Aspectos humanos	30
		Patrimonio histórico y artístico	30
	M. Económico	Economía	50
		Población	50
	Total Medio Ambiente		

Fuente: (Conesa, V, 2010)

Luego de establecer ambos supuestos básicos, se requiere ahora definir los vectores que permitirán obtener los valores del impacto ambiental a evaluar.

Se empleara la “productoria ambiental”, bajo el supuesto de que el valor ambiental ocurre como consecuencia de eventos independientes, conforme a la expresión (9), y cuya probabilidad es posible formular como:

$$P(A_1 \cap A_2) = P(A_1) \times P(A_2) \quad (11)$$

Entones, en ese orden de ideas, corresponde definir los vectores, y luego establecer para cada uno de ellos, las escalas a emplear.

- En el caso de la probabilidad de ocurrencia, se considera una escala con valores directos, el detalle se expresa en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6. Valores del vector “Probabilidad de ocurrencia”

Categoría	Valor
Alta	3
Media	2
Baja	1

Fuente: (Espinoza G, 2006)

- Extensión o escala de afectación, según este vector, la valoración se hace de manera dimensional. Se tiene la extensión que expresa la escala en la cual se manifiesta el impacto ambiental. La escala se detalla en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7. Valores del vector “Extensión”

Categoría	Valor
Regional	3
Local	2
Puntual	1

Fuente: (Espinoza G, 2006)

- Perturbación, entendida como la capacidad que tienen los sistemas naturales para absorber los impactos ambientales. La escala de este vector se presenta en la Tabla N° 8.

Tabla N° 8. Valores del vector “Perturbación”

Categoría	Valor
Importante	3
Regular	2
Escasa	1

Fuente: (Espinoza G, 2006)

- Duración o Temporalidad, expresada como el tiempo en el cual se manifiesta el impacto, como consecuencia de la duración de los [A_a]. La escala se presenta en la Tabla N° 9.

Tabla N° 9. Valores del vector “Duración”

Categoría	Valor
Permanente	3
Media	2
Corta	1

Fuente: Fuente: (Espinoza G, 2006)

- Importancia, expresada como el nivel de afectación del impacto ambiental. Este es el parámetro más frecuente en las EIAs. La escala se presenta en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10. Valores del vector “Importancia”

Categoría	Valor
Alta	3
Media	2
Baja	1

Fuente: (Espinoza G, 2006)

- Reversibilidad, expresada como la capacidad para volver a un estado o condición anterior del medio. La escala se presenta en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11. Valores del vector “Reversibilidad”

Categoría	Valor
Irreversible	3
Parcial	2
reversible	1

Fuente: (Espinoza G, 2006)

- Por último se tiene al vector carácter o también denominado como naturaleza del impacto, según el cual los impactos se distinguen en positivos, si traen consigo externalidades que contribuyen al bienestar de las personas o que generan amenidades económicas al sistema natural. O negativos si toda afectación al bienestar o a las amenidades son de manera contraria, sería una externalidad negativa. La escala se presenta en la Tabla N° 12.

Tabla N° 12. Valores del vector “Carácter”

Categoría	Valor
Positivo	1
Negativo	-1
Neutro o nulo	0

Fuente: (Espinoza G, 2006)

Luego el valor estimado requiere una regla de decisión que permita interpretar el resultado. Además de la regla de decisión (Conesa, V, 2010) existen diversas opciones metodológicas como las referidas por (Canter, L, 1997), (BID, 2002), pero también, en el caso del Perú, se cuenta con reglas de decisión normativas como las consignadas en el D.S. 019-2009-MINAM y la R.M. 052-2012-MINAM, tal como se aprecia en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13. Reglas de decisión-interpretación de impactos ambientales [de rango normativo]

Valor del Impacto Ambiental [v_i]	Según D.S. 019-2009-MINAM	Según 052-2012-MINAM
0-20	No significativo	s.d.
21-40	Leve	(Bajo)
41-60	Moderado	(Medio)
61-100	Significativo	(Alto)

Fuente: (SEIA)



CAPÍTULO 3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

La Evaluación de Impacto Ambiental se encuentra enmarcado dentro de un conjunto normativo orientado a la protección de la salud de las personas, la sostenibilidad del medio ambiente, tanto de alcance general aplicable a todo proyecto, como de alcance específico acorde con las particularidades de cada proyecto.

De acuerdo con lo dispuesto por la Ley General del Ambiente (LGA), Ley N° 28611, los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad que se pretende ejecutar así como de los efectos directos y/o indirectos previsibles de dicha actividad en el ambiente físico y social, a corto y largo plazo, y la evaluación técnica de los mismos.

3.1 ENTIDADES GUBERNAMENTALES

3.1.1 Sector Ambiente

Ministerio del Ambiente – MINAM: Fue creado por el Decreto Legislativo N° 1013. Su finalidad es la conservación del ambiente, de modo tal que se propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta; que permita contribuir al desarrollo integral social, económico y cultural de la persona humana. Dirigir el sector ambiental establecido, que comprende el Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) como sistema funcional, integrado por el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA); el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE); el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, así como la gestión de los recursos naturales, en el ámbito de su competencia, de la biodiversidad, del cambio climático, del manejo de los suelos y de los demás ámbitos temáticos que se establecen por ley.

Mediante el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM se aprobó el Reglamento de Organización y Funciones del MINAM. Esta norma establece la estructura orgánica del ente rector de la Política Ambiental Nacional. Además precisa que la Alta Dirección del MINAM está conformada por el Despacho Ministerial, Viceministerio de Desarrollo Estratégico de Recursos Naturales, Viceministerio de Gestión Ambiental, Secretaría General, Comisión Multisectorial Ambiental y Comisión Consultiva Ambiental.

3.1.2 Sector Transportes

Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC: Tiene como objetivos Promover o proporcionar infraestructura vial, aérea y acuática adecuada, así como velar para que los servicios de transporte se brinden de manera eficiente, segura y sostenible;

Promover el desarrollo sostenible de los servicios de comunicaciones y el acceso universal a los mismos; fomentar la innovación tecnológica y velar por la asignación racional y el uso eficiente de los recursos.

El MTC cuenta con dos Despachos Viceministeriales: el Despacho Viceministerial de Transportes y el Despacho Viceministerial de Comunicación. En el primero se encuentra la Dirección de Gestión Ambiental, esta unidad es el órgano técnico-normativo encargado de proponer y evaluar la política ambiental del sector transporte, así como de proponer o expedir la normatividad necesaria, y de promover la ejecución de actividades orientadas a la conservación y protección del ambiente.

3.1.3 Sector Agricultura

Ministerio de Agricultura – MINAG: Tiene como lineamientos dictar las normas de alcance nacional en su sector, realizar seguimiento y evaluación del cumplimiento de las mismas, en las siguientes materias: protección, conservación, aprovechamiento y manejo de los recursos naturales renovables (agua, suelos, flora y fauna silvestre).

Cuenta, con la Dirección General de Asuntos Ambientales, la Dirección General Forestal y Fauna Silvestre, la Dirección General de Infraestructura Hidráulica y un órgano adscrito que es la Autoridad Nacional del Agua-ANA, entre otros.

Dirección General de Asuntos Ambientales del MINAG, es la encargada de ejecutar los objetivos y disposiciones del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en el ámbito de su competencia. Entre sus funciones se encuentran: aprobar los estudios de impacto ambiental del sector agrario y emitir opinión en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental que le sean referidos por otros sectores o por el Ministerio del Ambiente.

Autoridad Nacional del Agua – ANA, Mediante el Decreto Legislativo N° 997 se crea la Autoridad Nacional del Agua como organismo público adscrito al Ministerio de Agricultura responsable de dictar las normas y establecer los procedimientos para la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos. La autoridad del agua es un órgano de gran jerarquía dentro del aparato estatal, cuyo principal objetivo es articular el accionar del Estado en la gestión, el aprovechamiento sostenible, la conservación y el incremento de los recursos hídricos del país.

3.1.4 Sector Cultura

Ministerio de Cultura: Creado Mediante Ley N° 29565 como organismo del Poder Ejecutivo con personería de derecho público. El Ministerio de Cultura es el que aprueba proyectos de investigación y evaluación arqueológica –sin excavaciones o

con excavaciones—, proyectos de rescate arqueológico y emite Certificados de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), con respecto a las áreas en las que se proyectan realizar obras que impliquen movimiento o remoción de tierras.

Por otra parte, la Ley N° 29785, Ley del Derecho a la consulta Previa a los Pueblos Indígenas u Originarios, desarrolla el contenido, los principios y el procedimiento del derecho a la consulta previa respecto a las medidas legislativas o administrativas que les afecten directamente.

3.1.5 Gobiernos Regionales y Locales

La Ley de Bases de la Descentralización, Ley N° 27783, dio inicio al proceso de descentralización. Con dicha Ley se establece la finalidad, principios, objetivos y criterios generales del proceso de descentralización, para así permitir una adecuada asignación de competencias de los tres niveles del gobierno (Nacional, Regional y Local).

Las Regiones, tienen competencias compartidas con el Gobierno Nacional para alentar la concertación entre los intereses públicos y privados en todos los niveles como parte de las actividades de participación ciudadana, para realizar la promoción, gestión y regulación de actividades económicas y productivas en su ámbito y nivel correspondientes a los sectores de agricultura, pesquería, industria, comercio, turismo, energía, hidrocarburos, minas, transportes, comunicaciones y ambiente.

Los Gobiernos locales, Municipalidades Provinciales y Distritales son entidades básicas de la organización territorial del Estado y canales inmediatos de participación vecinal en los asuntos públicos, que institucionalizan y gestionan con autonomía los intereses propios de las correspondientes colectividades, siendo elementos esenciales del Gobierno local el territorio, la población y la organización.

3.2 MARCO LEGAL

La elaboración del EIA tiene como marco jurídico las normas legales e institucionales de conservación y protección ambiental vigentes en el Estado Peruano, con la finalidad de ordenar las actividades relacionadas al proyecto dentro del marco de la legislación ambiental, así como promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

3.2.1 Normas Generales

Las normas que a continuación se detallan son aplicables a todo proyecto de inversión a nivel nacional.

a. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y su modificatoria Decreto Legislativo N° 1055

La Ley General del Ambiente, es la norma ordenadora de la Gestión Ambiental en el Perú, y establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente y a sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

b. Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental – SNGA.

La norma establece la importancia de considerar como componentes obligatorios de la Evaluación de Impacto Ambiental el desarrollo de mecanismos eficaces de participación ciudadana durante todo el ciclo de vida del proyecto.

El SNGA tiene como finalidad desarrollar, implementar, revisar y corregir la política ambiental regional y las normas que regulan su organización y funciones en el marco político e institucional nacional; para guiar la gestión de la calidad ambiental, el aprovechamiento sostenible y la conservación de los recursos naturales, y el bienestar de su población.

c. Ley N° 27446, modificado por Decreto Legislativo N° 1078, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.

El Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) es un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control, y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de la ejecución del proyecto de inversión. Entre los aspectos más relevantes se tiene:

- Comprende en el ámbito de aplicación, los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, obras y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impactos ambientales negativos significativos.
- No podrá iniciarse la ejecución de proyectos ni actividades de servicios y comercio, y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitir las, concederlas o habilitarlas, si no cuentan previamente con la certificación ambiental, contenida en la Resolución

expedida por la respectiva autoridad competente.

- El procedimiento para la certificación ambiental constará de las etapas siguientes: Presentación de la solicitud; clasificación de la acción; evaluación del instrumento de gestión ambiental; resolución; y, seguimiento y control.
- Serán consideradas como autoridades competentes de administración y ejecución, el Ministerio del Ambiente, las autoridades sectoriales nacionales, las autoridades regionales y las autoridades locales.

d. Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

Su objetivo es identificar, prevenir, supervisar, controlar y corregir anticipadamente los impactos ambientales negativos de los proyectos de inversión, así como de las políticas, planes y programas públicos.

Esta norma desarrolla el proceso de evaluación de impacto ambiental de proyectos de inversión, estableciendo plazos, criterios, requerimientos entre otros de los EIA.

Establece que toda persona natural o jurídica, de derecho público o privado, nacional o extranjera, que pretenda desarrollar un proyecto de inversión susceptible de generar impactos ambientales negativos de carácter significativo, que estén relacionados con los criterios de protección ambiental establecidos en el Anexo V del Reglamento y los mandatos señalados en el Título II, debe gestionar una Certificación Ambiental ante la Autoridad Competente que corresponda, de acuerdo con la normatividad vigente y lo dispuesto en el presente Reglamento.

La Certificación Ambiental implica el pronunciamiento de la autoridad competente sobre la viabilidad ambiental del proyecto.

e. Decreto Supremo N° 021-2007-MTC, Reglamento de la organización y funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

La Dirección de Gestión Ambiental; del MTC, tiene como función evaluar, aprobar y supervisar los componentes socio-ambientales de los proyectos de infraestructura de transportes en todas sus etapas. La Dirección de Gestión Ambiental es la unidad orgánica encargada de velar por adecuados instrumentos de gestión ambiental para el desarrollo de las actividades del Subsector Transportes; efectúa el seguimiento del componente ambiental de proyectos en concesión. Tiene entre sus funciones más relevantes tenemos las siguientes:

- Evaluar y proponer la aprobación de los estudios de impacto social y ambiental, así como otros instrumentos de gestión socio-ambiental, para el desarrollo de las actividades del Subsector.
- Supervisar y fiscalizar el cumplimiento de programas y planes de manejo de los estudios de impacto social y ambiental, así como de otros instrumentos de gestión socio-ambiental aprobados por el Subsector.

La Dirección de Gestión Social es la unidad orgánica encargada de velar por el entorno social de las obras. Supervisa el cumplimiento de planes de manejo social, participa en procesos de expropiación y reasentamiento.

3.2.2 Normas de Calidad Ambiental y Salud

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) y el Límite Máximo Permisible (LMP) son instrumentos de gestión ambiental que consisten en parámetros y obligaciones que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización. Entre las principales normas sobre salud y calidad ambiental se tienen:

a. Ley General de Salud, Ley N° 26842

Establece en su artículo 103° que la protección del medio ambiente es responsabilidad del Estado, y de las personas naturales y jurídicas, teniendo como obligación mantenerlo dentro de los estándares establecidos por la autoridad de salud, para preservar la salud de las personas.

La Ley también estipula, en su artículo 104°, que toda persona natural o jurídica se encuentra impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, aire o suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señala las normas sanitarias y de protección del ambiente.

b. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

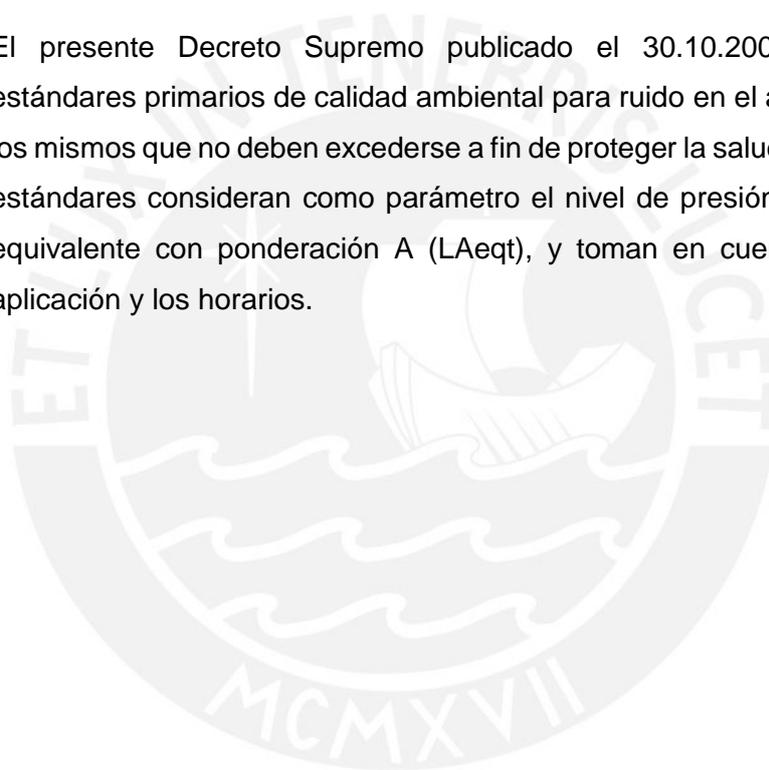
Mediante esta norma, publicada el 31.07.2008, se establecen los niveles de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. El cumplimiento de esta Ley se considerará para el muestreo y análisis de parámetros en cuerpos de agua natural involucrados en el presente proyecto, así como en la evaluación de la calidad de los mismos.

c. Decreto Supremo N° 074-2001-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

Publicado el 22.06.2001, norma los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgo a la salud humana. Los estándares de calidad de aire del Decreto Supremo N° 074-2001-PCM consideran los siguientes parámetros: dióxido de azufre, material particulado, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y plomo.

d. Decreto Supremo N° 085-2003-PC, Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

El presente Decreto Supremo publicado el 30.10.2003 establece los estándares primarios de calidad ambiental para ruido en el ambiente exterior, los mismos que no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos estándares consideran como parámetro el nivel de presión sonora continuo equivalente con ponderación A (LAeqt), y toman en cuenta las zonas de aplicación y los horarios.



CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1 GENERALIDADES

El proyecto Minero Corani de la empresa Bear Creek Mining busca mejorar y ampliar el camino existente desde la zona de la Mina hasta Macusani. La ruta evaluada se inicia a 7 Km N-O de la ciudad de Macusani, que corresponde al hito kilométrico 190+000 de la carretera interoceánica siguiendo por el Centro Poblado Machaymayo, Centro Poblado Jarapampa, Campamento proyectado y finalmente a la Zona de explotación minera, con una longitud de 56.4 Km. En el presente capítulo se presenta la interpretación descriptiva y evaluación de las obras y acciones comprendidas Etapa de construcción de la vía.

4.2 UBICACIÓN

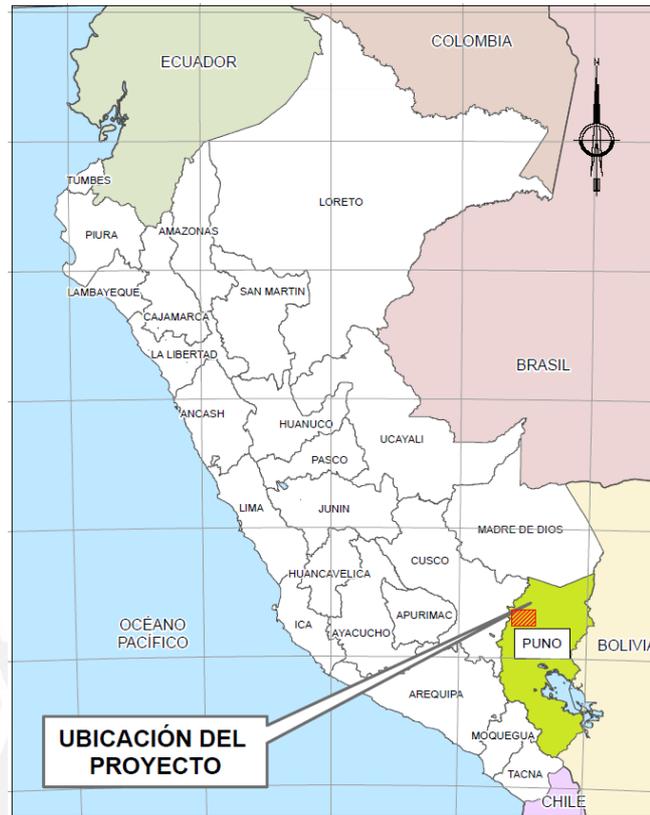
Políticamente la carretera se ubica dentro del distrito de Corani, y al Oeste del distrito de Macusani, provincia de Carabaya; adicionalmente, se encuentra hacia el norte del distrito de Ñuñoa, provincia de Melgar. Geográficamente se encuentra en los Andes del sureste de Perú entre 4 350 msnm y 5 200 msnm, en la Cordillera Vilcanota hacia la vertiente oriental. Se inicia en el desvío existente en el lado izquierdo de la Carretera Interoceánica (hito kilométrico 190+000), a 7 km de la ciudad de Macusani, el alineamiento sigue la dirección N-O hasta interceptar a la trocha existente en la Progresiva 11+300 Km, punto a partir del cual se dirige hacia al campamento proyectado por la empresa minera Bear Creek Mining. La ruta se desarrolla entre las cotas de 4,400 a 5,200 msnm, la longitud total de este camino a partir de la intersección en la Carretera Interoceánica hasta la zona de explotación minera es de 56+377 Km. (Ver Tabla N° 14 y Figuras N° 6 y 7)

Tabla N° 14. Longitud de la Carretera

Inicio	Fin	Longitud (km)	Observaciones
0+000	3+300	3.3	Zona de Pendiente < 8%
3+300	4+100	0.8	Zona de Cultivo
4+100	6+700	2.6	Empalme a Trocha Propuesta por BCM
6+700	42+00	35.3	Campamento Proyectado por BCM
42+00	56+38	14.38	Vía Nueva Proyectada
Longitud total :		56.38	

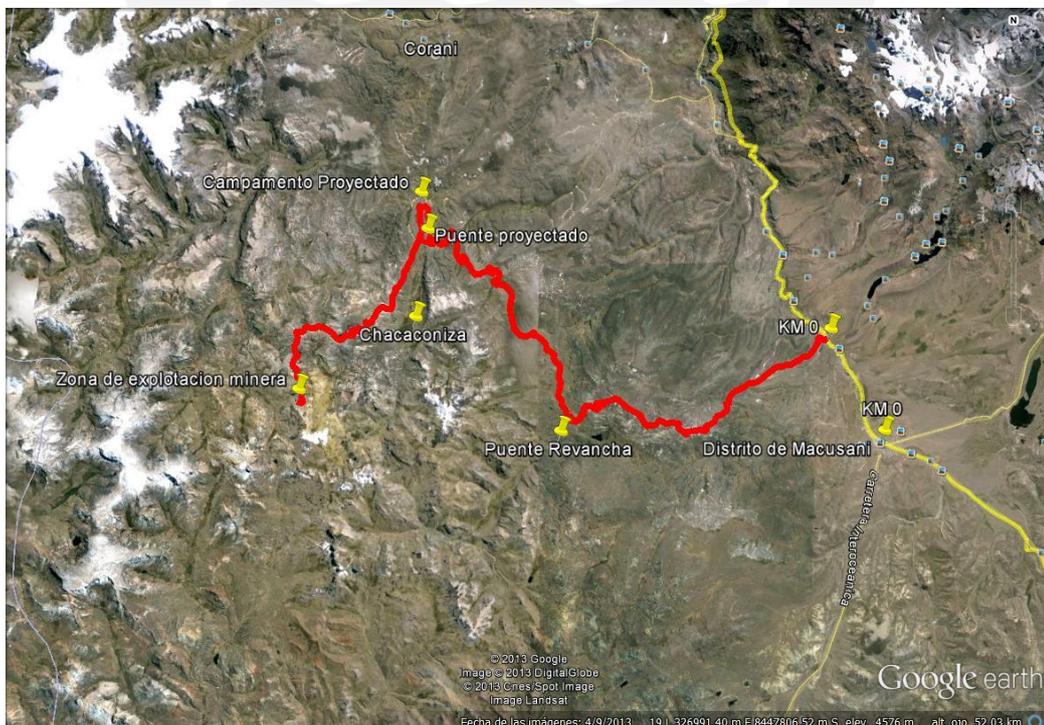
Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012)

Figura N° 6. Mapa de Ubicación Política del Proyecto



Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración propia

Figura N° 7. Trazo del Proyecto a evaluar



Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración propia

4.3 ESTADO INICIAL DEL CAMINO EXISTENTE

El Proyecto se inicia en una trocha existente de la intersección con la vía interoceánica, hasta el Km 5+400. El camino discurre por una zona de topografía semiplana donde se aprecian terrenos de cultivo con alineamientos de tangentes largas y curvas circulares simples con suficientes radios de giro, las pendientes longitudinales son moderadas que no superan el 8 %, el ancho de la plataforma varía de 3.5 a 4.0 m la pendiente transversal del terreno varía de 5 a 10%.

Del Km 5+400 al 5+900 la pendiente longitudinal es superior al 10 %, de la progresiva 5+900 hasta 6+700 se tiene una topografía plana con pendientes longitudinales menores al 8 %, no presenta taludes elevados, los alineamientos consisten en tangentes sin curvas de desarrollo.

A partir del Km 6+700 se empalma con la trocha existente propuesta por BCMC la misma que llega hasta el área destinada para el nuevo campamento proyectado y de allí continua hasta la zona de explotación minera. El camino se emplaza sobre formaciones rocosas que constituyen una buena capacidad de soporte de subrasante, con pendiente transversal moderada de 5 a 10 %, así mismo, en la Tabla N° 15, se muestra la clasificación general del material de suelos.

Tabla N° 15. **Material Predominante a lo Largo de la Trocha y Vía Nueva**

Tramo	PROGRESIVA		MATERIAL PREDOMINANTE (%)	
	Inicio	Fin	Material Suelto	Roca Fija
TROCHA EXISTENTE	0+000	4+100	100	-
	4+100	6+000	-	100
	6+000	10+200	100	-
	10+200	16+400	-	100
	16+400	22+400	100	-
	22+400	24+900	-	100
	24+900	28+400	100	-
	28+400	30+400	-	100
	30+400	35+900	100	-
	35+900	38+900	-	100
	38+900	42+400	100	-
VÍA NUEVA	42+400	54+400	-	100
	54+400	56+377	100	-
TOTAL (KM)	56.377		28.78	27.6

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012)

La subrasante está conformada por distintos tipos de suelos en su parte superior, con presencia de limos orgánicos de mediana plasticidad húmedos y semihúmedos, y en

otros casos la plataforma ha sido cubierta de vegetación y sólo se notan huellas dejadas por los vehículos, puntualmente también se aprecia plataforma con material rocoso.

La superficie de rodadura se encuentra en mal estado de transitabilidad y no ha recibido ningún tratamiento con material de afirmado, propiciando la formación de hundimientos pronunciados, baches profundos, encalaminados y por la falta de drenaje el agua en varias ubicaciones se ha empozado formando charcos que saturan la subrasante, y que al tratarse de suelos limo-arenosos de baja plasticidad no cohesivos combinados con material orgánico dan baja capacidad de soporte a la subrasante, la cual debe ser cortada y reemplazada por material granular a fin de permitir que la capa de afirmado tenga una adecuada sustentación, (Figura N° 8).

Del km 29+950 al Km 30+200 se tiene una zona pantanosa no apta como subrasante, en este sector existen dos soluciones posibles, la primera es evaluar una variante que bordee esta zona y evite cruzarla, y la segunda es mejorar la subrasante con la colocación de un pedraplén. (Figura N° 9 y 10).

En todo el camino no se observó ningún tipo de drenaje ni obras de arte, los cuales son imprescindibles para lograr la estabilidad y consolidación de la plataforma, los elementos de drenaje necesario corresponden al bombeo sobre la plataforma, cunetas, alcantarillas, badenes, pontones y puentes, a la altura del Km 39+350 discurre un río sobre el cual se debe proyectar un puente de 30 m luz aproximadamente, hacia la cuenca de este río discurren pequeños cursos y cauces de agua.

Figura N° 8. Inicio de la ruta variante al Caso Base que inicia a 7 Km de Macusani



Fuente: Propia

Figura N° 9. Trocha pendiente menor a 8 %, superficie de rodadura deteriorada



Fuente: Propia

Figura N° 10. Superficie de rodadura colapsada



Fuente: Propia

En la Progresiva 5+500, se aprecian pendientes superiores al 10 %, superficie de rodadura deteriorada invadida por vegetación (Figuras N° 11 y 12) debido a las lluvias y a la poca frecuencia de tránsito por esta zona, pues generalmente los vehículos que circulan son de la empresa minera para sus trabajos de exploración. Los habitantes de la zona realizan tránsito a pie para sus labores de pastoreo.

Figura N° 11. Superficie de rodadura deteriorada, pendiente superior al 10 %



Fuente: Propia

Figura N° 12. Final de la trocha con formaciones rocosas



Fuente: Propia

4.4 ACTIVIDADES PREPARATORIAS

Se inicia los trabajos desarrollando las partidas de las actividades preparatorias en los Tramos, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas Generales para construcción de carreteras (EG–2013), las mismas que comprenderán las siguientes Sub-partidas:

4.4.1 Movilización y Desmovilización

Esta etapa consiste en el traslado de personal, equipo, materiales, campamentos y otros, que sean necesarios, al lugar donde se desarrollará la obra antes de iniciar los trabajos.

4.4.2 Topografía y Geo-Referenciación

En base al Proyecto de Ingeniería de Detalle para la ejecución de las obras, El Concesionario procede al replanteo general de la obra en el que de ser necesario se realizan los ajustes pertinentes. El personal, equipo y materiales necesarios para el desarrollo de estos trabajos deben cumplir con las exigencias de poder lograr objetivos dentro de los rangos de tolerancia especificados.

4.4.3 Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial

Las actividades que se deben desarrollar en la ejecución de esta partida contemplan lo siguiente:

- El mantenimiento de desvíos y tramos de la misma carretera que sean necesarios para facilitar las tareas de Construcción y en los tramos que no se encuentren ejecutando obras.
- La provisión de facilidades necesarias para el acceso a viviendas, servicios, etc. ubicados a lo largo de la parte de la vía a construir.
- La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad acorde a las distintas fases de la construcción y las diferentes necesidades del tramo.
- El transporte de personal a las zonas de ejecución de las obras.

En general, se incluyen todas las acciones, facilidades, dispositivos y operaciones que sean requeridos para garantizar la seguridad de los usuarios.

4.4.4 Campamentos y demás Obras Provisionales

Son las construcciones necesarias para instalar la infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinarias, equipos, etc. así como las plantas de chancado de material granular, premezclado de concreto, entre otros.

La ubicación de estas instalaciones cumple con los requerimientos del plan de manejo ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desechos sólidos y desagües.

4.5 EJECUCIÓN DE LAS PARTIDAS

Para la ejecución de los servicios, se ha considerado el cierre del tránsito, determinándose oportunamente la programación de horarios, para esto se cuenta con las autorizaciones pertinentes y se comunicó a los usuarios de esta situación por medio de avisos y a través de los medios de comunicación disponibles en las localidades más cercanas.

Las obras de arte, alcantarillas, etc., fueron ejecutados antes que los servicios de

movimientos de tierra a fin de no ser necesaria la excavación de los terraplenes, lo que evita la adopción de juntas que pueden influir sobre la calidad final de la carretera.

Una vez ejecutadas las obras de arte menores y el relleno de las mismas conforme a las especificaciones, se procede a la ejecución de los trabajos de movimiento de tierras, para la conformación de terraplenes.

A continuación se inician las labores de colocación de las capas de la estructura, una vez ejecutada la sub-base siguiendo las especificaciones del proyecto, se procede a la nivelación final de la misma, dentro de las tolerancias previstas en las especificaciones del proyecto, para poder recibir la capa de base granular.

El material de sub-base será zarandeado y el de base preparado en las plantas de chancado y zarandeo para ser transportado al local de aplicación. El material es distribuido siguiendo los anchos y espesores previstos en el proyecto, considerándose el esponjamiento para conseguir el espesor previsto.

Luego de la compactación a los niveles previstos en las especificaciones, los alineamientos y las cotas son controlados dentro de las tolerancias.

Las tareas de señalización se ejecutan al final del plazo debido a la celeridad de su ejecución.

4.6 TRAZO DE LA CARRETERA PROYECTADA

4.6.1 Trazo en Planta y Perfil

El diseño geométrico adoptado respeta la velocidad de diseño, la visibilidad, los taludes definidos para corte y relleno de las diversas secciones consideradas por el Estudio.

4.6.1.1 Trazo en Planta

De acuerdo a las observaciones, se tiene una topografía es semiplana y con formaciones rocosas, donde la altitud en Macusani es de 4335 msnm, el Campamento Proyectado a 4750 msnm con una gradiente de 415 m hasta el kilómetro 42.2.

El Trazo en planta acompaña medias laderas con taludes en algunos casos pronunciados, con curvas de radios de giro apropiados.

En el tramo desde el Campamento Proyectado a la Planta Concentradora, la topografía está conformada por formaciones rocosas y material suelto siguiendo el lomo de los cerros y con curvas regulares, llegando hasta una altura máxima de 5200

msnm, existiendo una gradiente 450 m en una extensión aproximada de 14 Km.

4.6.1.2 Trazo en Perfil

El Perfil longitudinal es típico para la región, de relieve ligeramente ondulado a montañoso, y en su mayor extensión con pendientes alrededor de 5% a 6%, alcanzando hasta 10% en 5 pequeños tramos puntuales y un mínimo de 0.5%. Así mismo, se tiene que en el tramo existen pendientes de 8%, sumando un total de 865 metros de extensión.

En función del drenaje para captación de las aguas superficiales, en algunos tramos la rasante se presenta elevada con relación al terreno natural.

4.7 PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

4.7.1 Diseño Geométrico

Se siguieron las recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras versión DG – 2001, complementado con el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas y además de la práctica usualmente aceptada en diseño geométrico de carreteras, para garantizar niveles de servicio aceptables la seguridad de los usuarios dentro de costos de producción y mantenimiento razonables para el Proyecto en la etapa de servicio.

Para la elección de las características plano-altimétricas, se consideraron los alineamientos del trazo presentado en el estudio. Sin embargo, durante la etapa de la ingeniería de detalle se verificaron las variaciones altimétricas necesarias, producto de las observaciones de las condiciones de drenaje en zonas cuyo nivel freático amenazan la estabilidad del paquete estructural de la rasante, así mismo se buscó lograr un trazo conveniente con el propósito de mitigar los posibles impactos ambientales producto de los trabajos de movimiento de tierras y que además permitan ajustar la implantación de los puentes y alcantarillas en los sectores que así lo requieran.

4.7.2 Características Típicas

Las características típicas que orientaron la elaboración del diseño geométrico de la vía se presentan a continuación en la Tabla N° 16, que dependerá de la sección adoptada:

Tabla N° 16. Parámetros de Diseño

Parámetro	Valores
Red Vial	Sistema Vecinal
Tipo	Afirmada
Velocidad	45 km/h
Ancho de calzada	6.00m
Ancho de berma	0.50m
Ancho de plataforma	7.00m
Radio mínimo	35.00m
Pendiente máxima longitudinal	10.00%
Pendiente Mínima	0.5% (En zonas de relleno. El bombeo garantiza el drenaje transversal)
Bombeo de la calzada	2.50%
Longitud mínima de curva vertical	80.00 m
Peralte	4.00%
Sobrecancho Mínimo	3.5 m
Longitud de curvas de transición	Versión DG-2001
Talud de relleno Arena Compactada	1V:2H

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012)

4.8 ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA

4.8.1 Clasificación de suelos de la carretera actual

De acuerdo a los resultados de los trabajos de campo (calicatas) y ensayos de laboratorio se ha elaborado el perfil estratigráfico de la carretera, clasificando los suelos de la capa que conforma la superficie de rodadura actual y el terreno de fundación que se presenta subyacente a ésta, en el Sistema Unificado SUCS y en el Sistema de Clasificación AASHTO. A continuación se describe la composición de los suelos.

Presenta una superficie de rodadura conformada por gravas arenosas, gravas limosas, y arenas limosas con presencia de gravas en diversos porcentajes con partículas subredondeadas TM 3", en estado compacto, medianamente húmedo a húmedo, de baja plasticidad a no plástico, con un espesor variable entre 0.10 m a 0.45 m.

La composición de los suelos de la superficie de rodadura y el terreno de fundación se pueden apreciar en la Tabla N° 17 que se muestra a continuación:

Tabla N° 17. **Composición de los Suelos**

Progresiva (Km.)	Suelo	Clasificación de Suelos	
0+000 - 10+200	Superficie de rodadura	SUCS	GW, GM, SM, SP-SM
		AASHTO	AA -a, A-1 -b
	Terreno de fundación	SUCS	GP, GW, GW-GM, GC, GC-GM, SW-SM, SC, SM
		AASHTO	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-4
10+200 - 22+400	Superficie de rodadura	SUCS	GW, SM, SP-SM
		AASHTO	A-1-a, A-1 -b
	Terreno de fundación	SUCS	SM, SP-SM, SC-SM, SP, GP, GW-GM, GW
		AASHTO	A-1-b, A-2-4, A-1-a, A-4
22+400 - 42+400	Superficie de rodadura	SUCS	GM, SM, SC-SM
		AASHTO	A-1-b, A-2-4, A-1-a
	Terreno de fundación	SUCS	GW-GM, GP-GM, GC-GM, GC, GW, SM, SC-SM
		AASHTO	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-2-7
42+400 - 56+377	Terreno de fundación	SUCS	GW, GP, GW-GM, GP-GM, GM, SW-SM, SP-SM, SP
		AASHTO	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6, A-2-7

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012)

4.8.2 Intervenciones en la Estructura Actual

En el proyecto se considera la implantación de un paquete estructural sobre una plataforma con geometría típica adecuada conformada por una sub-base granular de 0.2 m y una base granular de 0.15 m.

Atiende el tráfico previsto según proyecto para un periodo de servicio según como se señala en cada caso. Esta previsión ha sido elaborada tomando en consideración la información alcanzada por el Estudio y no considera la ocurrencia de excesos de carga u otras causas que deberán ser controladas en las estaciones de pesaje para evitar distorsiones en las proyecciones de la vida útil de la vía.

4.9 SISTEMA DE DRENAJE Y SUB-DRENAJE

En las zonas urbanas y rurales existen alcantarillas de piedra acomodada de características rústicas, que empalman con canales de riego existentes o permiten el cruce transversal de la vía para la descarga de escorrentía superficial que fluye por cauces naturales ubicados en el talud superior de la carretera; las cuales se encuentran en mal estado de conservación y algunas están colapsadas.

Se realizaron obras de construcción, y de reemplazo de drenaje con capacidad adecuada para la evacuación de las aguas de precipitaciones pluviométricas normales, evitando de este modo comprometer la estabilidad de la plataforma de la vía. El sistema de drenaje incluye los siguientes tipos de estructuras: Cunetas revestidas de concreto, las que serán dotadas de una canaleta de descarga al terreno

natural de longitud requerida o desembocar a una alcantarilla; Sistema de sub-drenaje ubicado debajo de las cunetas o en las zonas de bermas; Zanjas de drenaje; Alcantarillas para el cruce de escorrentías bajo la carretera; Muros de contención.

4.9.1 Especificación de los Elementos del Sistema de Drenaje y Sub-drenaje

4.9.1.1 Cunetas Revestidas de Concreto

El escurrimiento hacia las cunetas laterales de la precipitación pluvial que cae directamente sobre la calzada, se efectúa mediante el bombeo en las secciones en tangente y del peralte en los tramos en curva. El sistema de drenaje longitudinal de la carretera está constituido por cunetas revestidas de sección triangular adyacentes a la calzada (Ver Tabla N° 18).

En los sectores que requieren drenaje longitudinal, el revestimiento de las cunetas es de concreto, la pendiente longitudinal de la cuneta se ha adoptado igual a la pendiente del trazo vial, su espesor es de 0.10 m.

Tabla N° 18. Longitud Total de Cunetas

TRAMO	Longitud de cunetas (m)
	Sección triangular
Macusani - Campamento	42200.00
Campamento - Planta	14100.00

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012)

4.9.1.2 Sub-Drenes

Con el fin de controlar las aguas subterráneas que generan el hundimiento y deformación de la base en las zonas afectadas, se ejecutaron sub-drenes a colocarse en una excavación en trinchera de sección 0.80x1.20m (está sección varía dependiendo de la ubicación) debajo del fondo de la cuneta con elementos que permiten captar los flujos que discurren por el subsuelo para evitar que llegue a la estructura del pavimento (Ver Tabla N° 19).

Tabla N° 19. Longitud Total de Subdrenes

TRAMO	Longitud de Subdrenes (m)			
	Derecha	Izquierda	Descarga	Total
Macusani - Campamento	880	1216.00	191.5	2096.00
Campamento - Planta	400	350.00	127.67	750.00

Fuente: Elaboración Propia

4.9.1.3 Zanjas de Drenaje

Zanjas laterales de sección trapezoidal excavados en tierra sin revestir, ubicadas fuera de la plataforma para interceptar las escorrentías superficiales y napas freáticas elevadas, para conducir las aguas por gravedad hacia las estructuras de evacuación, atenuando los riesgos sobre la estabilidad de la plataforma. Las dimensiones del canal excavado son función de las condiciones pluviométricas de la zona y se ejecutaron a una distancia entre 2 a 5m, del pie del talud de relleno (Ver Tabla N° 20).

Tabla N° 20. Longitud Zanjas de Drenaje

TRAMO	Longitud de Zanjas de Drenaje (m)		
	Derecha	Izquierda	Total
Macusani - Campamento	1398.00	3049.00	4447.00
Campamento - Planta	2890.00	3510.00	6400.00

Fuente: Elaboración Propia

4.9.1.4 Alcantarillas

Son estructuras de drenaje transversal, para permitir la rápida evacuación de las aguas pluviales captadas por el sistema de drenaje longitudinal de la vía y ríos, y también permitir el paso de los flujos superficiales de las quebradas.

Las alcantarillas se han proyectado de dos tipos: Tubería metálica corrugada (TMC) y marcos de concreto armado (MC). La alcantarilla TMC se empleó en aquellos puntos de drenaje con suelos sin presencia de agua superficial continua ni agua subterránea, para evitar riesgos de corrosión de la tubería. Funciona como alivio de cunetas, en puntos bajos del perfil y puntos de drenaje con caudales menores y generalmente pendiente longitudinal de 2 a 5% (Ver Tabla N° 21).

Las estructuras tipo marco de sección cuadrada o rectangular formadas por cuatro placas de concreto armado unidas en forma monolítica, se colocaron en el cruce de arroyos, hondonadas, canales de riego, en la parte más profunda del cauce para evacuar el flujo de estos cursos naturales.

Tabla N° 21. Longitud Total de Alcantarillas

Total de Alcantarillas	TRAMO	
	Macusani - Campamento	Campamento - Planta
Alcantarillas Tipo TMC 36"	180	56
Total Alcantarillas Proyectadas:	236	

Fuente: Elaboración Propia

4.9.1.5 Badenes

Estructuras implantadas para permitir el cruce a nivel con la carretera de flujos superficiales (agua y escombros) de las quebradas, y en caso de que resulten obstruidas luego de la temporada de avenida, se puedan limpiar fácilmente por maquinaria pesada.

4.9.1.6 Muros de Contención

Estructuras implementadas en los lugares donde el ancho de la plataforma es insuficiente, y los taludes no permiten la aplicación de terraplenes convencionales. En algunos casos también es necesario proyectar estas estructuras adyacentes a la salida de las alcantarillas. La estructura de contención permite la sustentación del relleno subyacente (Ver Tabla N° 22).

Tabla N° 22. Longitud Total de Muro de Contención

Muros de Contención	Cantidad	Longitud
		Total (m)
Macusani - Campamento		
Muro de Concreto Ciclópeo	23	650
Muro de Concreto Armado	8	220
Campamento - Planta		
Muro de Concreto Ciclópeo	10	325
Longitud total		1195

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración Propia

4.10 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

4.10.1 Sección Tipo "A"

Los terraplenes tienen un ancho de pista de 6.00m, las bermas de 0.50m en cada lado totalizando una corona de pavimento de 7.00m, un bombeo de 2.5% en cada lado a partir del eje, taludes con V:H 1:2. Adicionalmente se considera un sobreebanco de 3.50m.

Los sectores en corte tienen un ancho de pista de 6.00m, las bermas de 0.50m en cada lado totalizando 7.00m y 0.75m adicional en el lado de corte para abrigar las cunetas de drenaje, un bombeo de 2,5% en cada lado del eje e inclinación con V:H 1:1.5 en los sitios de cunetas. Los taludes de corte presentan inclinaciones típicas de V:H 10:1 para la topografía compuesta de roca fija.

Los tramos en curvas fueron diseñados con los valores de sobreebanco y peralte acorde con los radios de curvatura y velocidades de diseño.

4.10.2 Sección Tipo “B”

Los terraplenes tienen un ancho de pista de 6.00 m, las bermas de 0.50 m en cada lado totalizando una corona de pavimento de 7.0 m, un bombeo de 2.5% en cada lado a partir del eje, taludes con V:H 1:2.

Los sectores en corte tienen un ancho de pista de 6.00m, las bermas de 0.50m en cada lado totalizando 7.00m y 0.75m adicional para el lado de corte para abrigar las cunetas de drenaje, un bombeo de 2,5% en cada lado del eje e inclinación con V:H 1:2 en los sitios de cunetas. Los taludes de corte presentan inclinaciones de V:H 3:1.

Los tramos en curvas fueron diseñados con los valores de sobreancho y peralte acorde con los radios de curvatura y velocidades de diseño.

4.10.3 Sección Tipo “C”

Los terraplenes tienen un ancho de pista de 6.00m, las bermas de 0.50m en cada lado totalizando 7.0m, un bombeo de 2.5% en cada lado a partir del eje, taludes con V:H 1:1.5 para alturas hasta los 3,00m y taludes con V:H 1:3.

4.11 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

La construcción de una carretera puede producir una gran cantidad de pérdidas, debido a que se afecta la circulación normal de una vía. Por ello, es necesario suministrar todos los dispositivos y señales de control adecuadas en estas zonas, según las distintas fases de ejecución de los trabajos, con el fin de que se guíe y mantenga el tránsito de forma eficiente y fluida toda la circulación, previniendo de esta manera las pérdidas y riesgos que se puedan suscitar.

4.11.1 Criterios básicos para el diseño

La señalización fue considerada conforme a lo establecido en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, en función de:

- La geometría de la vía
- Características topográficas del terreno
- Existencia de centros poblados a lo largo de la carretera
- Condiciones climáticas que pudieran afectar la visibilidad

4.11.2 Relación de los principales elementos de señalización

- Señales preventivas
- Señales reglamentarias
- Señales informativas
- Postes kilométricos

4.11.3 Materiales de señalización temporal

a. Diseño de señales

La forma, leyenda, colores y dimensiones de las señales y dispositivos de control a ser utilizadas, están de acuerdo con lo normado en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC. La señalización se colocará en forma temporal con información adecuada de tipo restrictivo y preventivo en cada una de las fases de ejecución de los trabajos en la vía; estas señales tendrán la posibilidad de ser trasladados rápidamente de un lugar a otro. Con referencia a colores se utilizará el color naranja con letras y marco negros.

b. Posición de las señales

Las señales van a estar localizadas en lugares tales que permitan la mayor efectividad y claridad del mensaje que se da. Para ello se debe tomar en cuenta las características físicas de la vía; la localización elegida debe permitir que el conductor reciba el mensaje con determinada anticipación.

En general las señales serán colocadas en el lado derecho del sentido del tránsito automotor; en el caso de necesitar darle un mayor énfasis al mensaje, serán colocadas por duplicado, tanto hacia el lado derecho como en el lado izquierdo, éstas serán montadas en soportes portables a fin de que permita el cambio de ubicación, trasladándolos de acuerdo a los avances o modificaciones de los trabajos.

Las señales preventivas serán localizadas aproximadamente a 450 m., antes del lugar de inicio de las obras y/o desvíos.

c. Señales Restrictivas

Las obras de construcción o mantenimiento en la vía pública producen situaciones muy especiales que es necesario regularlas en cuanto a las condiciones de circulación vehicular. Las señales restrictivas que van a ser utilizadas, en cada frente de trabajo, según la fase de obra, serán las siguientes: Camino clausurado y Fin tramo en construcción.

d. Señales Preventivas

Las señales preventivas a utilizar en las zonas o áreas en construcción, tienen la función de prevenir al conductor de posibles riesgos de accidentes, estas señales pueden indicar desvíos, cambios de dirección, reducción del ancho de la superficie de rodadura, etc., los cuales motivan que el usuario reduzca la velocidad y tome las debidas precauciones.

e. Barreras y/o tranqueras portables y permanentes

Las barreras o tranqueras a utilizarse van a ser uniformes, tanto en su estructura como en el color. Las clases de tranqueras a utilizar, se establecerán de acuerdo a las necesidades de uso; éstas podrán clasificarse en movibles, portables y permanentes.

f. Dispositivos auxiliares y/o elemento de canalización

Son aquellos dispositivos y/o elementos que se utilizan para prevenir y guiar al conductor en zonas de posible peligro para el tránsito automotor. Los Dispositivos Auxiliares, que van a ser utilizados en cada frente de trabajo serán las siguientes:

- Conos y Cilindros.
- Lámparas de destellos.
- Banderines.
- Jalones o delineadores.

g. Otros materiales y/o equipos de control del tránsito

Para el personal de señalización que accionará en los frentes de la obra:

- Chalecos de seguridad reflectivo.
- Silbatos

4.12 FUENTES DE EXTRACCIÓN DE MATERIALES

La Etapa de Construcción requerirá de fuentes para la extracción de materiales (Canteras) y agua así como Depósitos de Material Excedente (DME) de obra.

4.12.1 Áreas de Explotación de Materiales (Canteras)

La construcción de la vía requiere la explotación de canteras, cuya ubicación y características se presentan en la Tabla N° 23.

Tabla N° 23. Relación de Canteras

N°	Nombre	Progresiva	Acceso (m)	Tipo de Cantera	Lado
1	Macusani	Km. 00+000	600	Fluvial (de río)	Izquierdo
2	Revancha	Km. 020+000	150	Fluvial (de río)	D-I
3	Chacaconiza	Km. 039+000	200	Fluvial (de río)	D - I

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración Propia

4.13 FUENTES DE AGUA

La construcción de la vía requiere del uso de fuentes de agua, cuya ubicación en coordenadas UTM se presentan en la Tabla N° 24.

Tabla N° 24. **Relación de Fuentes de Agua**

Lugar	Coordenadas UTM		Progresivas
	Este	Norte	
Río Macusani	342 833.1	8 449 330.9	Km. 00+000
Río Ninahuisa	328 548.54	8 446 921.2	Km.022+000
Río Chacaconiza	321 365.1	8 453 241.3	Km. 039+000

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración Propia

4.14 CAMPAMENTOS DE OBRA

En la primera etapa de construcción el campamento principal, está ubicado en el distrito de Macusani, además se alquila un local amplio para las oficinas administrativas (Km. 000+000). Para el alojamiento del Staff de ingenieros, una casa alquilada en el mismo distrito. Asimismo en la segunda etapa el campamento está ubicado en el centro poblado Chacaconiza a 4 km de la progresiva 039+000, se alquila el local comunal de la municipalidad.

Estos campamentos cuentan con ambientes administrativos y para el personal de obra, oficinas para mantenimiento de equipos, almacén, servicio médico, comedores y alojamiento para personal administrativo y técnico.

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN Y RESULTADOS

5.1 EVALUACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

5.1.1 Ubicación

El proyecto, se encuentra ubicado entre los distritos de Macusani y Corani, entre las comunidades campesinas de Chacaconiza y Quelcaya, de la provincia de Carabaya, pertenecientes a la región Puno. La ubicación de los extremos de la carretera se presenta en la Tabla N° 25.

Tabla N° 25. **Coordenadas UTM de los extremos de la Carretera**

Punto (Km.)	Coordenadas en UTM	
	Norte	Este
Km. 164+000	342 682	8 449 445
Km. 056+377	315 837	8 447 870

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración propia

5.1.2 Línea Base Física

5.1.2.1 Climatología y Meteorología

a. Climatología

El proyecto presenta territorios de sierra con climas variados, que se inicia en la localidad de Macusani (4350 m.s.n.m.) y terminan en el área de influencia del Proyecto Corani (4900 m.s.n.m.). Las características climáticas, están relacionadas con la ubicación geográfica, en este caso con las diferentes cadenas montañosas de la Cordillera de los Andes. Las altitudes que sobrepasan los 5000 m.s.n.m. forman una barrera natural que impide el paso de las masas de aire húmedo del Atlántico al Pacífico, que ocasiona importantes precipitaciones en el flanco oriental, en contraste con la escasez de lluvias típica de las vertientes occidentales.

La evaluación del clima en la zona de estudio, se realizó con base a la información reportada por las estaciones meteorológicas más cercanas a la carretera y que guardan relación con la altitud, latitud y tipo de desarrollo vegetativo muy similares al área (Ver Anexo N°1).

Se tienen las siguientes clases de clima:

- **Semilluvioso – Frío entre 4000 y 4400 m.s.n.m.** homogénea, con temperaturas entre 15 °C a 0 °C. Este clima tiene una adecuada distribución de lluvias durante casi todo el año con un promedio anual de 589 mm, descargando el mayor volumen de precipitación casi el 95% durante los meses de octubre a abril y el resto de mayo a setiembre.

- **Semilluvioso – Semifrío entre 4400 y 4800 m.s.n.m.**, también homogénea, con temperaturas entre 10 °C y -7 °C. Este clima tiene una adecuada distribución de lluvias durante casi todo el año con un promedio anual de 445 mm, descargando el mayor volumen de precipitación (casi el 95%) en los meses de octubre a abril y el resto de mayo a setiembre.
- **Semilluvioso – Frío mayores a 4800 m.s.n.m.**, homogénea, con temperaturas entre 8.3 °C y -10 °C. Este clima tiene una adecuada distribución de lluvias durante casi todo el año con un promedio anual de 387 mm, descargando el mayor volumen de precipitación (casi el 95%) en los meses de octubre a abril y el resto de mayo a setiembre.

b. Meteorología

Se realizó el análisis para los siguientes parámetros:

- Precipitación y Temperatura

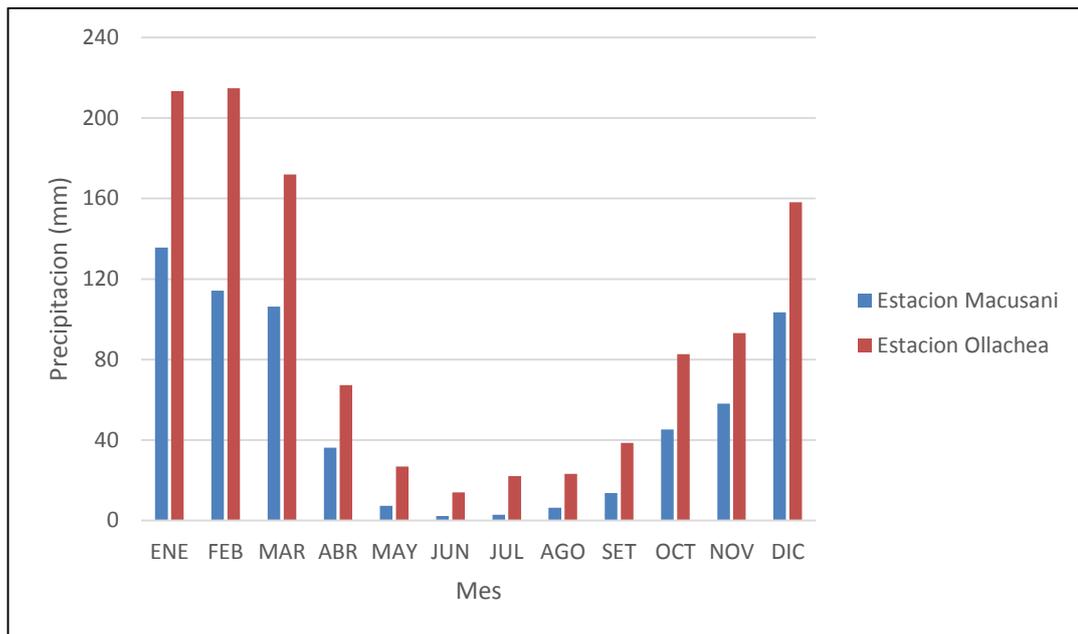
La temperatura es un parámetro dependiente de las variaciones altitudinales, y cambia de manera inversa a la altitud, disminuyendo en promedio 5.2 a 6.7 °C por cada 1000 m entre las cotas de 3000 m.s.n.m. a 5000 m.s.n.m. asimismo, aumenta durante el día en las épocas de estiaje y disminuye en las épocas de avenidas (periodo de lluvias).

El régimen de las precipitaciones es estacional. Se registran los valores más altos a finales de diciembre hasta abril, originando el denominado periodo de lluvias y de avenidas o creciente de ríos. Asimismo, los valores mínimos de junio hasta agosto, denominado período seco (estiaje), siendo los demás meses de transición entre ambas estaciones.

En la Figura N° 13, se presenta un diagrama de distribución mensual de las precipitaciones registradas en las dos estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto, teniendo como máximo acumulado de 631.5 mm por año en la estación meteorológica de Macusani y de 1125.7 mm por año en la estación de Ollachea (Ver Anexo N°2).

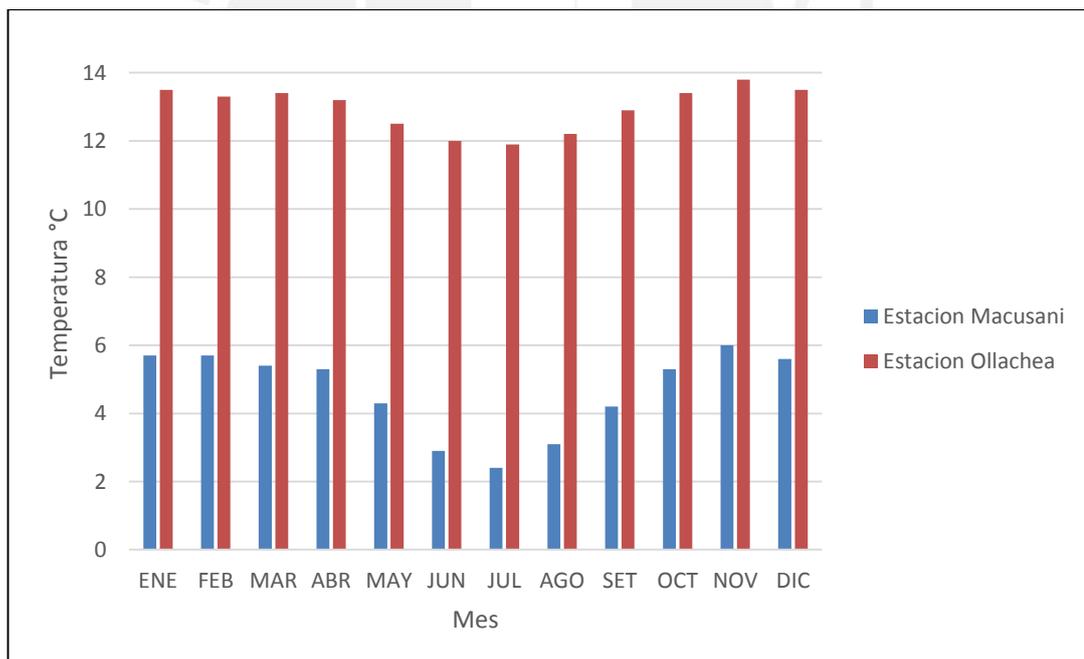
Asimismo en la Figura N° 14, se presentan el diagrama de distribución mensual de la temperatura media, registradas en las dos estaciones más cercanas al proyecto. Siendo la temperatura máxima y mínima registrada en la estación de Macusani de 6.0°C y 2.4°C respectivamente, y de la misma manera las temperaturas máximas y mínimas registradas en la estación de Ollachea son de 13.8 ° C y 11.9 ° C respectivamente (Ver Anexo N° 3).

Figura N° 13. Distribución Media Mensual de Precipitaciones Durante el Año



Fuente: (CESEL, 2012) (Anexo N°2) Elaboración propia

Figura N° 14. Distribución Media Mensual de Temperaturas Durante el Año



Fuente: (CESEL, 2012) (Anexo N°3) Elaboración propia

- Velocidad del viento

El viento es el movimiento de aire en la superficie terrestre, que es generado por la acción de gradientes de presión atmosférica producida por el calentamiento diferencial de las superficies y masas de aire.

Las dos características fundamentales del viento son la Dirección y la

Velocidad. La dirección es el punto del horizonte de donde viene el viento. La velocidad es el espacio recorrido por unidad de tiempo (m/s; km/h).

El análisis de la velocidad del viento se realizó mediante las estaciones meteorológicas de Crucero, Ollachea y Macusani, cuyos registros a nivel mensual (Ver Anexo N° 4).

5.1.2.2 Geología y Geomorfología

a. Geología

Las áreas donde se proyectan las obras están constituidas predominantemente por rocas volcánicas del Mioceno y Plioceno, y por rocas Sedimentarias e Intrusivas, estas unidades se hallan tapizadas por depósitos cuaternarios de diferente origen y naturaleza. La litoestratigrafía está constituida por unidades sedimentarias del Paleozoico y Cenozoico, conformadas localmente por unidades pertenecientes al Grupo Tarma y Grupo Mitú, que se hallan cubiertos por rocas volcánicas de la Formación Quenamari. El Cuaternario está constituido por depósitos de origen Glaciar, Fluvioglaciar, Coluvial, Bofedal y Aluvial. Las rocas ígneas están representadas por rocas mesozoicas intrusivas de la serie. (Ver Anexo N° 7).

b. Geomorfología

El área del proyecto es producto del modelado de diferentes procesos tectónicos: vulcanismo, procesos de glaciación y desglaciación, procesos de erosión fluvial, erosión eólica y meteorización.

Las principales unidades geomorfológicas son las siguientes:

- Valles interandinos y Etribaciones de la Cordillera Oriental (Ver Figura N° 15).
- Cadena de cerros (Ver Figura N° 16).
- Quebradas (Ver Figura N° 17).
- Laderas (Ver Figura N° 18).
- Llanuras (Ver Figura N° 19).
- Lomadas (Ver Figura N° 20).

Figura N° 15. Valles interandinos y Estribaciones Andinas



Fuente: Propia

Figura N° 16. Cadenas de Cerros



Fuente: Propia

Figura N° 17. Quebradas



Fuente: Propia

Figura N° 18. Laderas



Fuente: Propia

Figura N° 19. Lomadas



Fuente: Propia

Figura N° 20. Llanuras



Fuente: Propia

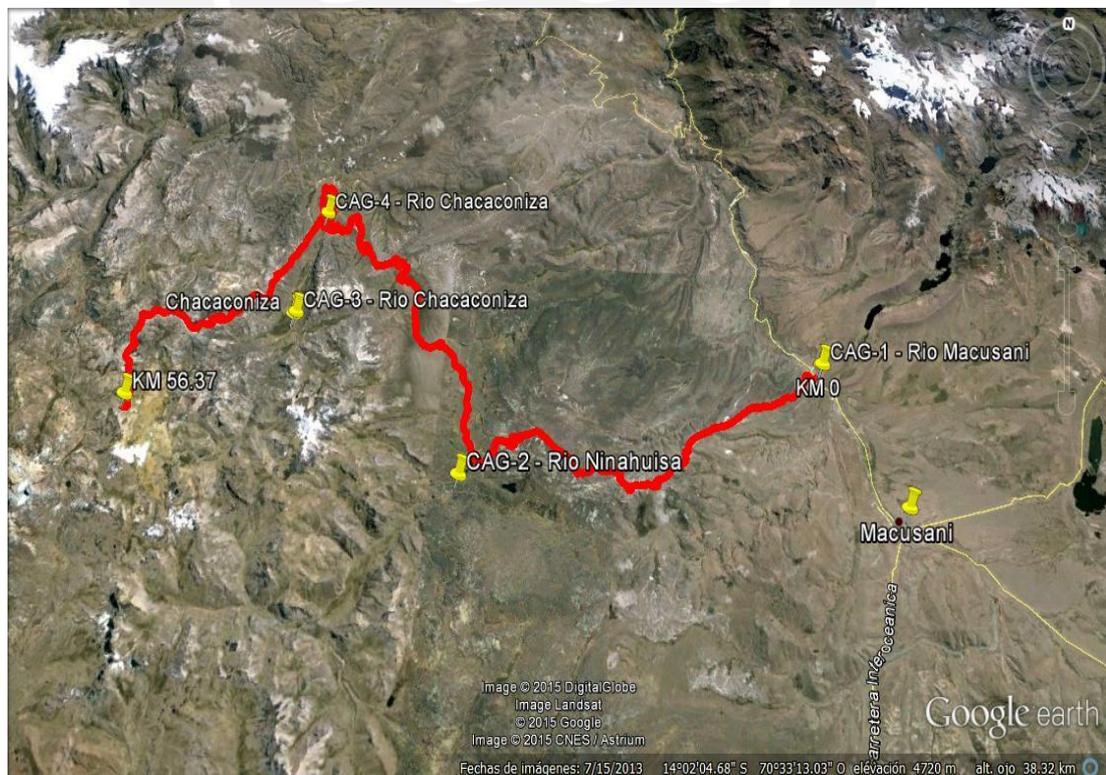
5.1.2.3 Calidad del Agua

La caracterización de la calidad del agua se realizó mediante muestreos en los meses de agosto (estiaje) y noviembre (avenida), seleccionando lugares representativos en los cursos de agua, por otro lado, en las estaciones de muestreo se realizaron mediciones de los parámetros físico-químicos in situ y colección de muestras para análisis de laboratorio. Los criterios para selección de puntos de monitoreo de calidad de agua fueron:

- Cruce de la carretera con los principales cursos de agua
- Tipo de uso actual del agua

Situándose los puntos de toma de muestras en las cuencas próximas a la carretera en estudio. En el Rio Macusani al inicio de la carretera (Tramo 1), en el punto de desvió de la carretera Interoceánica (Perú – Brasil). En el Rio Ninahuisa a una distancia aproximada de 900m de la carretera en estudio (Tramo 2), que no será impactada directamente por las obras de construcción, sin embargo es afluente del Rio Macusani y se tomaron los datos como referencia. Dos puntos de monitoreo en el Rio Chacaconiza, el primero en el cruce con el trazo de la vía (Tramo 3) y el segundo cercano al centro poblado Chacaconiza como punto de monitoreo referencial (Ver Figura N° 21 y Anexo N° 8).

Figura N° 21. Ubicación de Puntos de Toma de Muestras de Calidad de Agua



Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración propia

Los parámetros analizados son los establecidos en el D.S. N° 002-2008 MINAM, para la Categoría 3. : PH, DBO, DQO, Nitratos, Oxígeno disuelto, Coliformes totales, Coliformes fecales, Aceites y grasas, Fenoles, Sulfuros, Cromo hexavalente, SAAM (detergentes), Cianuro Wad, Fluoruros, Enterococos , Escherichia coli, Huevos de helmintos, Salmonella sp, Vibrion cholerae, Pesticidas carbamatos, Pesticidas organoclorados, Pesticidas organofosforados, Metales totales: aluminio, arsénico, cadmio, cobalto, cobre, fierro, litio, magnesio, manganeso, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, zinc, boro, berilio (Ver Anexo N° 9).

Tabla N° 26. Parámetros de calidad de agua y Estándares nacionales de Calidad de Ambiental (ECA)

INDICADOR	UNIDAD	TEMPORADA	ESTACIONES				ECA DS N°002-2008-MINAM
			CAG-1	CAG-2	CAG-3	CAG-4	
PH	(Unidades de pH)	estiaje	7,98	8,10	7,35	7,14	6,5-8,5
		avenida	8,10	8,18	7,30	7,20	
ENTEROCOCOS	(NMP/100 mL)	estiaje	140,00	1,00	7,00	1,00	20
		avenida	72,00	21,00	46,00	22,00	
E.COLI	(NMP/100 mL)	estiaje	2,00	1,80	1,80	1,80	100
		avenida	170,00	1,80	2,00	1,80	
HIERRO	(mg/L)	estiaje	0,1032	0,4780	0,4593	17,237	1
		avenida	0,0678	0,1318	11,144	81,764	
DBO	(mg/L)	estiaje	2,00	2,00	2,00	2,00	≤ 15
		avenida	2,00	2,00	2,00	2,00	
OXÍGENO DISUELTO	(mg/L)	estiaje	7,80	8,20	7,70	8,40	40
		avenida	7,80	7,40	7,30	7,30	
ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	estiaje	0,2	0,20	0,20	0,20	1
		avenida	0,20	0,20	0,20	0,20	
DQO	(mg/L)	estiaje	26,90	14,60	6,20	3,00	40
		avenida	15,20	22,10	9,30	8,80	
HUEVOS DE HELMINTOS	(huevos/1 L)	estiaje	1,00	0,00	0,00	0,00	<1
		avenida	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	
COLIFORMES TOTALES	(NMP/100 mL)	estiaje	7,80	1,80	1,80	1,80	5000
		avenida	790,00	1,80	7,80	1,80	
PLOMO	(mg/L)	estiaje	0,0152	0,0011	0,0712	11,006	0.05
		avenida	0,0005	0,0002	0,1060	0,4277	
ALUMINIO	(mg/L)	estiaje	0,0549	0,0268	0,4346	83,413	5
		avenida	0,0177	0,0192	0,8360	27,830	
ZINC	(mg/L)	estiaje	0,014	0,037	1,296	19,598	2
		avenida	0,0519	0,0247	16,696	69,474	
ARSÉNICO	(mg/L)	estiaje	0,001	0,040	0,017	0,003	0.05
		avenida	0,0019	0,0584	0,0095	0,0291	
MANGANESO	(mg/L)	estiaje	0,038	0,045	0,749	13,334	0.2
		avenida	0,0557	0,0176	0,9269	34,807	
BORO	(mg/L)	estiaje	0,0086	17,401	0,0654	0,0418	0.5-6
		avenida	0,0270	15,455	0,0256	0,0216	
CADMIO	(mg/L)	estiaje	0,0002	0,0002	0,0063	0,1066	0.005
		avenida	0,0002	0,0002	0,0089	0,0353	

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración Propia

En la Tabla N° 26, se indica algunos parámetros analizados que presentaron mayores divergencias con los valores establecidos por los estándares de calidad ambiental para el agua, según el D.S. N° 002-2008 MINAM. Se evidencia que los valores de los parámetros biológicos, en los puntos de monitoreo cercanos a los centros poblados, exceden a los mínimos exigidos en el ECA debido a la actividad antrópica. Asimismo los valores de los parámetros inorgánicos y físico-químicos registrados se incrementan según la proximidad a la zona minera y exceden a los mínimos establecidos por los ECA, debido a la presencia de los minerales diseminados en el área de estudio.

5.1.2.4 Calidad del Aire

El procedimiento de muestreo se realizó en los meses de agosto (estiaje) y noviembre (avenida), siguiendo las pautas técnicas descritas en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones correspondiente al Sub Sector Minería del Ministerio de Energía y Minas, elaborado por su Dirección General de Asuntos Ambientales. Además se toma en cuenta, de manera directa, los métodos estándares y oficiales del Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater y Enviromental Protection Agency.

Para medir la calidad del aire, las estaciones de muestreo se ubicaron en lugares accesibles, totalmente descubiertos y alejados de árboles, cercanos a las zonas de Macusani, Corani y cerca del centro poblado Chacacuniza. Los parámetros Evaluados fueron: Partículas menores a 10 micras (PM-10), Partículas menores a 2,5 micras (PM-2,5), Monóxido de carbono, Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno, Sulfuro de hidrógeno (Ver Anexos 10 y 11).

5.1.2.5 Niveles de Ruido

La medición de niveles de presión sonora en el área de estudio ha seguido los métodos y procedimientos descritos en la Norma Técnica Peruana (NTP-ISO 1996-1:2007) del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), los cuales son una adaptación de las Normas ISO 1996:1982 e ISO 1982-3:1987 “Descripción y Medición del Ruido Ambiental” para cubrir los aspectos técnicos de las mediciones realizadas.

El instrumento empleado para medir el nivel de ruido es el sonómetro digital (marca AEMC, modelo CA832, serial N°03 03010640142), el cual proporciona una indicación del nivel acústico (promediado en el tiempo) de las ondas sonoras que inciden sobre el micrófono. El nivel del sonido se da sobre una escala graduada con un indicador.

Para la ubicación de los puntos de medición de presión sonora se consideraron la

ubicación de las potenciales fuentes de emisión de ruido existentes en la zona de influencia (límites del terreno con terrenos colindantes al mismo), y las condiciones meteorológicas de la zona (dirección predominante de viento) (Ver Anexo 12 y 13).

5.1.2.6 Calidad de Suelo

La calidad de un suelo está asociada con la introducción de sustancias, que a partir de cierta concentración se consideran como no deseables. En áreas no intervenidas, cuando se hace un estudio para observar el contenido de metales pesados, los resultados encontrados indican un origen natural, propio del suelo, dado que no existe intervención del hombre.

Para este estudio se seleccionaron nueve estaciones de muestreo, ubicadas dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto (Ver Anexo N° 14). En esta se tomaron muestras de los primeros 10 cm de profundidad para la determinación en laboratorio del contenido de metales pesados.

Las principales sustancias potencialmente tóxicas con respecto a la calidad de los suelos, son metales pesados como: As, Ba, Cr, Cd, Pb, Ni, Se, Va, y Zn. Estos elementos pueden ingresar al suelo mediante diversas fuentes, como pueden ser: actividades industriales, mineras, explotaciones ganaderas, la atmósfera (partículas provenientes de procesos industriales), aguas residuales empleadas para el riego, disposición de residuos industriales y urbanos, agroquímicos utilizados en exceso, entre otras.

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo influyen en el contenido de los metales pesados que pueden disminuir la calidad del suelo. La permeabilidad, el pH y las condiciones óxido-reductoras del suelo son las características que más afectan el comportamiento de los metales pesados. Suelos con pH ácido propician la disposición de los metales, excepto al As, Mo, Se y Cr que son más disponibles en pH alcalinos; en medios con pH moderadamente alto se produce la precipitación de los cationes como hidróxidos; mientras que en medios muy alcalinos pueden pasar nuevamente a la solución como hidroxicomplejos (Ver Anexo N° 15).

5.1.3 Línea Base Biológica

5.1.3.1 Flora

Las plantas son uno de los elementos significativos del medio ambiente y por ello su importancia en relación con el resto de componentes bióticos y abióticos, debido a que estabiliza pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantiene microclimas locales, es el hábitat de especies de fauna y configura y define

el paisaje. Asimismo, el estudio de la flora y vegetación proporciona un material predictivo, debido a que en un estudio de este tipo, se llega a registrar a todas o a una porción significativa del total de especies presentes y además, se llegan a identificar a las diferentes unidades vegetales, analizando su composición de especies, su cobertura, estructura, especies dominantes por formación vegetal, y el estado de conservación de las mismas. Esta información permite cuantificar los recursos florísticos del lugar, y de este modo estimar los daños de la perturbación posterior a una actividad antrópica, para finalmente recomendar medidas para atenuar los impactos futuros y hacer efectiva la rehabilitación biológica del área de estudio impactada.

En Temporada seca, al realizar el conteo total de especies el resultado de las observaciones fueron 74 especies, distribuidas en 20 familias botánica (Ver Anexo N° 16), siendo seis familias más diversas y que en su conjunto representan el 70.8 % de la flora total (Ver Tabla N° 27).

En Temporada húmeda, al realizar el conteo total de especies para la temporada húmeda, el resultado de las observaciones se tiene una lista de 86 especies (Ver Anexo N° 16) agrupadas en 86 familias, siendo las seis más diversas y que en su conjunto representan más 65% de la flora total (Ver Tabla N° 27).

Tabla N° 27. Familias de Especies de Flora Representativas

FAMILIA	FORMA	T. SECA	T. HÚMEDA
	BIOLÓGICA		
Asteraceae	Hierba	24	25
Caryophyllaceae	Hierba	5	5
Juncaceae	Hierba	6	6
Plantaginaceae	Hierba	3	4
Poaceae	Hierba	14	14
Rosaceae	Hierba	3	3

Fuente: CESEL S.A. (Elaboración Propia)

5.1.3.2 Fauna

Desde el punto de vista ecológico, la información sobre diversidad y abundancia de fauna silvestre es esencial para entender procesos como: competencia, dinámica de poblaciones, estructura de comunidades y patrones biogeográficos de distribución, además de dispersión y endemismo. Esta información también es importante desde el punto de vista de la conservación, debido a que se puede identificar localidades con alta diversidad de fauna silvestre y ayudar a entender los efectos de la deforestación, la fragmentación, la pérdida de especies “clave” y el impacto de las actividades humanas.

En tal sentido, el monitoreo de la fauna silvestre del área de influencia del proyecto se hace indispensable a fin de observar los cambios en las poblaciones de los principales grupos de fauna de la zona, tales como los mamíferos, aves, anfibios y reptiles que actúan como bioindicadores del grado de intervención del medio.

La fauna registrada en el ámbito del proyecto ha sido restringida debido a la migración, ya sea por las perturbaciones naturales (ausencia de recurso alimenticio, ausencia de agua, de acuerdo a la temporada), o por las perturbaciones antropogénicas, como las actividades diarias y/o cotidianas, la quema de pastizales, la transformación de los praderas en zonas de cultivo, la influencia del pastoreo en zonas de poca disponibilidad de cobertura vegetal, entre otros.

a. Mamíferos registrados en el área del proyecto

Los mamíferos son un importante grupo de evaluación debido a su sensibilidad a la presencia humana. La mayoría de estas especies según las listas oficiales, se encuentran en situación vulnerable o en peligro de extinción. Se detalla, en el Anexo N° 17, la presencia de las especies de mamíferos mayores y menores reportados en el área del Proyecto.

En relación a la fauna doméstica se tiene la presencia de llamas, alpacas y ovejas, así como también perros, debido a que el área de estudio se encuentra inmerso en una zona altamente ganadera observándose la presencia de rebaños en las zonas de monitoreo.

b. Aves

Se registraron diferentes especies de aves en cada tipo de formación vegetal en el área de influencia del estudio.

Las especies de aves registradas en los dos periodos del monitoreo son en total 17, las cuales pertenecen a 11 familias y a 5 órdenes. El orden Paseriformes fue el más representativo al tener la mayor cantidad de especies (11 especies) registradas a diferencia de los órdenes Charadriiformes, Anseriformes, Piciformes y Falconiformes (Ver Anexo N° 18).

5.1.4 Línea Base Social

El estudio de Línea de Base Socioeconómica (LBS) tiene como objetivo describir las condiciones sociales, económicas y culturales de la población del área circundante al Proyecto, permitiendo a quienes proponen ejecutarlo, comprender las condiciones socioeconómicas, las expectativas y las percepciones de las poblaciones locales y sobre todo, identificar los potenciales impactos positivos y negativos atribuibles a las

actividades del proyecto. Las comunidades analizadas por la influencia del proyecto son Chacaconiza y Quelcaya del distrito Corani, por ser aquellas con mayor número de habitantes.

A continuación se describen los parámetros sociales analizados:

5.1.4.1 Vivienda y Servicios Básicos

El mayor porcentaje de viviendas son propias. En Quelcaya, el porcentaje de viviendas propias es de 87.7%, y un pequeño porcentaje de familias viven en viviendas cedidas por terceros. En Chacaconiza, del total de las 84 familias, la mayor parte de ellas (64 familias) viven en viviendas propias, mientras que 11 familias (13.1%) habitan en viviendas cedidas por terceros y 5 familias (5.9%) alquilan la vivienda. Sólo dos familias viven en vivienda donde ejercen guardianía (Ver Anexo N° 19).

El abastecimiento de Agua en las Comunidades se realiza mediante diversos medios, siendo los más frecuentes: Red Pública 25.2%, Pozos 24.29%, y Ríos 24.29% que en conjunto representan el 73.77% del total de los medios de abastecimiento (Ver Anexo N° 20).

Como Medios de Transporte y Comunicación, los pobladores utilizan los camiones de comerciantes que cubren la ruta en los días de feria. Actualmente hay una mayor frecuencia de tránsito de camionetas de la empresa BCM por la vía Macusani-Campamento Bear Creek y viceversa, por lo que los pobladores optan por solicitar el apoyo para realizar sus viajes especialmente a la capital de provincia Macusani. Algunos pobladores utilizan sus motocicletas para trasladarse. Los viajes a Corani se hacen mayormente a pie y a caballo (Ver Anexo N° 21).

5.1.4.2 Educación

El censo muestra que en el total de la población mayor de 17 años existe un grupo considerable de personas que no tiene ningún nivel de estudios, mientras que la mayoría cuenta solo con educación primaria. Son muy pocas las personas que han asistido a centros de estudio técnico productivos o universitarios. Cabe considerar que la actividad productiva predominante de la zona no estimula el aprendizaje en centros educativos formales, a lo que se suma el aislamiento y las dificultades de transporte. En promedio, de las poblaciones aledañas se tiene el 57.66% con educación Primaria, 21.52% con educación Secundaria, 0.77% educación Técnica completa y 1.38 % educación Universitaria (Ver Anexo N° 23).

El censo realizado en las localidades permitió conocer también el nivel de asistencia

escolar de la población en el rango de edad de mayor de 6 hasta los 17 años de edad. Se halló que la mayoría (62.82%) no asiste a la escuela, principalmente por las grandes distancias desde su vivienda hasta el centro educativo. Según género, se encuentra que hay más varones que asisten a algún centro educativo, que mujeres, de acuerdo a entrevistas, se atribuye al temor de los padres de familia de enviar solas a largas distancias a sus hijas mujeres, consideradas más vulnerables, a lo que se añade el embarazo adolescente.

5.1.4.3 Salud Pública

Las comunidades de Chacaconiza y Quelcaya pertenecen a la Micro Red de Isivilla, con la que se comunican vía radio. Carecen de ambulancia, y para los casos de emergencia solicitan el apoyo de una camioneta a BCM. Cabe destacar que las distancias al Puesto de Salud de Quelcaya desde Llapa tarda tres horas, de Curo dos horas y de Huancani cuatro horas a pie. En Chacaconiza, la distancia al Puesto de Salud desde Collpa es de una hora y media a pie. Desde el anexo de Jarapampa son tres horas y desde el sector Central son 30 minutos.

El horario de atención de ambos puestos de salud es de lunes a viernes de 8:00 a.m. a 2:00 p.m. y atienden emergencias las 24 horas del día, considerando que los técnicos de la salud se encuentran en cada localidad residiendo. Los servicios básicos que ofrecen son medicina general, control de crecimiento de los niños – CRED, vacunación, cuidado materno perinatal y planificación familiar. Complementariamente, como parte de su labor preventiva, realizan charlas sobre higiene, contaminación ambiental. (Ver Anexo N° 26).

5.1.4.4 Empleo e Ingresos

En la comunidad campesina de Quelcaya la Población en Edad de Trabajar (PET) representa un total de 262 personas, de las cuales 174 son Población Económicamente Activa (PEA) y 88 son Población Económicamente No Activa (PEI). En Chacaconiza, la PET es de 214 personas, de las cuales son 130 son PEA y 84 son Inactivos.

La tasa de dependencia económica en promedio es de 1.5, es decir, por cada dos personas económicamente activas y ocupadas, hay tres personas que dependen de ellas. Esta tasa de dependencia se puede explicar por el efecto de la mayor participación de hombres y mujeres en actividades productivas y la estructura etaria, donde los grupos intermedios de edad reflejan tasas de actividad económica más altas. (Ver Anexo N° 27).

La ganadería es la actividad a la que se dedican más de dos terceras partes de

Quelcaya y Chacaconiza. La segunda actividad en importancia es la de servicios (construcción, transporte, etc.).

Cabe destacar que la agricultura no es relevante, solo es practicada por el 2% de la PEA ocupada de Quelcaya y el 3% de Chacaconiza. (Ver Anexo N° 29).

En la estructura ocupacional, se encuentra que la mayor parte de la PEA ocupada labora de manera independiente, es decir, genera su propio empleo mediante la actividad laboral principal relacionada sobre todo a la ganadería. La segunda ocupación es la de obrero, la cual está vinculada a las actividades de servicios, minería y manufactura. La tercera condición de ocupación relevante es la de trabajador familiar no remunerado, condición muy frecuente en las actividades tradicionales rurales de ganadería y agricultura.

La ganadería tiene mayor porcentaje de participación en las comunidades de Quelcaya y Chacaconiza, no es la actividad que genera mayores ingresos, sino la menos remunerada junto con la actividad agrícola. La mitad de la PEA ocupada, llega a percibir menos de S/. 500 Nuevos Soles al mes y en un porcentaje menor no genera ningún ingreso.

Las actividades económicas que generan rangos de ingresos promedios mensuales más altos son el comercio, los servicios en general y la minería. El 50% de la PEA ocupada en el sector comercio, se encuentra en un rango de ingresos de 500 a 999 Nuevos Soles, mientras que el otro 50% se encuentra en un rango de 1 000 a 1 499 Nuevos Soles (servicios en general y minería).

5.1.5 Resumen de indicadores ambientales

En la Tabla N° 28, se resumen los resultados obtenidos de los valores de los factores e indicadores de calidad ambiental en los puntos de monitoreo a lo largo del trazo de la vía.

Los puntos de monitoreo han sido seleccionados de acuerdo a la intervención en el factor ambiental por las obras de construcción de la carretera. Siendo las estaciones de muestreo de calidad del agua en aquellas cuencas presentes a lo largo del trazo de la vía. Las estaciones de calidad del aire y ruido, en medio del trazo y alrededores de los centros poblados existentes en los tramos de la carretera. Y los puntos de muestreo de calidad del suelo se ubicaron siguiendo el eje de la vía y el área de influencia.

Se observa que los valores registrados de los indicadores de calidad ambiental del agua, son afectados por la presencia de los minerales diseminados en la zona minera

ubicada en la parte alta de la cordillera donde se originan dichas vertientes. Asimismo la actividad antrópica en la cuenca de los ríos cercanos a los centros poblados, impacta directamente en la calidad del agua.

Los indicadores de Aire y Ruido se mantienen en valores comunes para la región sin alteraciones considerables, debido al bajo volumen de circulación vehicular por la zona u cualquier otra actividad antrópica influyente a este medio.

La calidad del suelo se ve afectado por el afloramiento de minerales presentes en la zona, que actualmente se encuentran en exploración por diferentes empresas mineras, se evidencia el incremento de los valores de los indicadores en el tramo próximo a la planta minera.

Adicionalmente se puede verificar que la zona de la carretera correspondiente al Tramo 4, es donde la calidad de los factores ambientales agua y suelo es menor, y es debido a que se encuentra en la zona de mina que es afectada directamente por las altas concentraciones de minerales que originan sustancias acidas que impactan directamente en el medio.

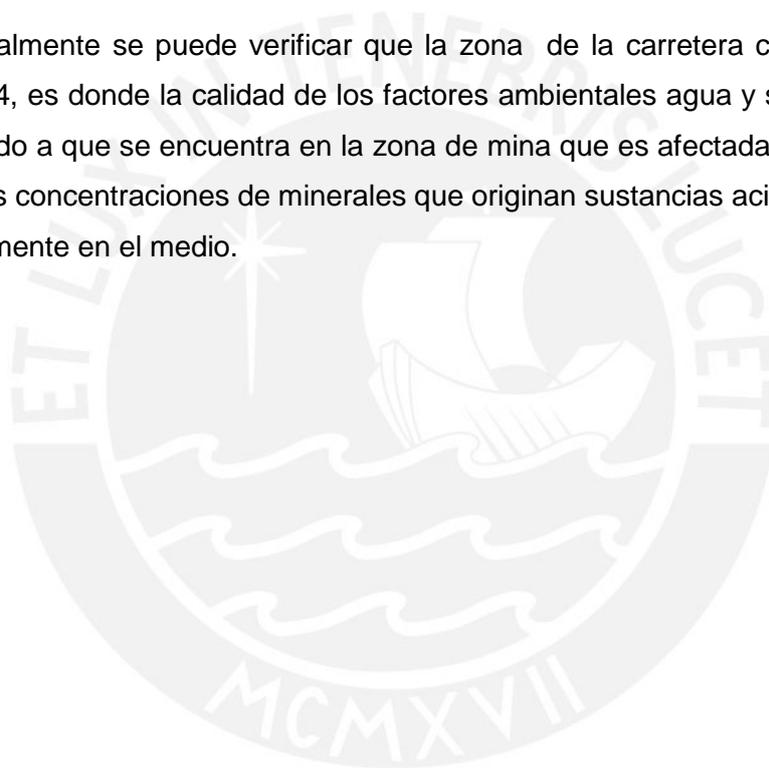


Tabla N° 28. Calidad de los Factores Ambientales por Tramo del Proyecto

FACTOR	INDICADOR	UNIDAD	TEMPORADA	ESTACIONES			
				Tramo - 1	Tramo - 2	Tramo - 3	Tramo - 4
AGUA	PH	(Unidades de pH)	estiaje	7,98	8,10	7,35	7,14
			avenida	8,10	8,18	7,30	7,20
	CIANURO WAD	(mg/L)	estiaje	0,002	0,002	0,002	0,002
			avenida	0,002	0,002	0,002	0,003
	ENTEROCOCOS	(NMP/100 mL)	estiaje	140,00	1,00	7,00	1,00
			avenida	72,00	21,00	46,00	22,00
	E.COLI	(NMP/100 mL)	estiaje	2,00	1,80	1,80	1,80
			avenida	170,00	1,80	2,00	1,80
	CROMO HEXAVALENTE	(mg/L)	estiaje	0,02	0,02	0,02	0,02
			avenida	0,02	0,02	0,02	0,02
	NITRATO	(mg/L)	estiaje	0,13	0,06	0,08	0,20
			avenida	0,16	0,06	0,09	0,06
	FENOLES	(mg/L)	estiaje	0,001	0,001	0,001	0,001
			avenida	0,001	0,001	0,001	0,001
	HIERRO	(mg/L)	estiaje	0,1032	0,4780	0,4593	17,237
			avenida	0,0678	0,1318	11,144	81,764
	LITIO	(mg/L)	estiaje	0,0032	0,9595	0,0642	0,0910
			avenida	0,0144	0,9814	0,0288	0,0358
	DBO	(mg/L)	estiaje	2,00	2,00	2,00	2,00
			avenida	2,00	2,00	2,00	2,00
	OXÍGENO DISUELTO	(mg/L)	estiaje	7,80	8,20	7,70	8,40
			avenida	7,80	7,40	7,30	7,30
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	(u S/cm)	estiaje	89,50	94,60	132,00	129,00
			avenida	94,90	96,80	121,00	117,00
	ACEITES Y GRASAS	(mg/L)	estiaje	0,2	0,20	0,20	0,20
			avenida	0,20	0,20	0,20	0,20
	DQO	(mg/L)	estiaje	26,90	14,60	6,20	3,00
			avenida	15,20	22,10	9,30	8,80
	HUEVOS DE HELMINTOS	(huevos/l)	estiaje	1,00	0,00	0,00	0,00
			avenida	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
	COLIFORMES TOTALES	(NMP/100 mL)	estiaje	7,80	1,80	1,80	1,80
			avenida	790,00	1,80	7,80	1,80
	COLIFORMES FECALES	(NMP/100 mL)	estiaje	4,50	1,80	1,80	1,80
			avenida	790,00	1,80	4,50	1,80
	PLOMO	(mg/L)	estiaje	0,0152	0,0011	0,0712	11,006
			avenida	0,0005	0,0002	0,1060	0,4277
	ALUMINIO	(mg/L)	estiaje	0,0549	0,0268	0,4346	83,413
			avenida	0,0177	0,0192	0,8360	27,830
	COBRE	(mg/L)	estiaje	0,001	0,052	0,019	0,344
			avenida	0,0159	0,0075	0,0373	0,1504
SELENIO	(mg/L)	estiaje	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	
		avenida	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	
ZINC	(mg/L)	estiaje	0,014	0,037	1,296	19,598	
		avenida	0,0519	0,0247	16,696	69,474	
MAGNESIO	(mg/L)	estiaje	3,365	4,540	1,813	3,938	
		avenida	7,188	3,337	1,367	1,566	
ARSÉNICO	(mg/L)	estiaje	0,001	0,040	0,017	0,003	
		avenida	0,0019	0,0584	0,0095	0,0291	
PLATA	(mg/L)	estiaje	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	
		avenida	0,0002	0,0002	0,0002	0,0006	
MANGANESO	(mg/L)	estiaje	0,038	0,045	0,749	13,334	

	NÍQUEL	(mg/L)	avenida	0,0557	0,0176	0,9269	34,807			
			estiaje	0,0004	0,0006	0,0018	0,0178			
	BORO	(mg/L)	avenida	0,0004	0,0008	0,0054	0,0092			
			estiaje	0,0086	17,401	0,0654	0,0418			
	COBALTO	(mg/L)	avenida	0,0270	15,455	0,0256	0,0216			
			estiaje	0,0002	0,0002	0,0009	0,0139			
	BERILIO	(mg/L)	avenida	0,0002	0,0002	0,0019	0,0058			
			estiaje	0,0006	0,0006	0,0008	0,0128			
	MERCURIO	(mg/L)	avenida	0,0006	0,0006	0,0018	0,0058			
			estiaje	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001			
	FLUORUROS	(mg/L)	avenida	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001			
			estiaje	0,10	0,30	0,50	0,40			
	SAAM	(mg/L)	avenida	0,10	0,30	0,60	0,10			
			estiaje	0,025	0,025	0,025	0,025			
	PESTICIDAS CARBAMATOS	(µg/L)	avenida	0,025	0,025	0,025	0,025			
			estiaje	1,00	1,00	1,00	1,00			
	SULFUROS	(mg/L)	avenida	1,00	1,00	1,00	1,00			
			estiaje	0,002	0,002	0,002	0,002			
	AIRE	PM 10	(µg/m3)	avenida	0,002	0,002	0,002	0,002		
				estiaje	18,28	19,03	19,03	16,06		
		PM 2,5	(µg/m3)	avenida	15,49	11,22	11,22	7,55		
				estiaje	11,91	10,55	10,55	12,96		
CO		(µg/m3)	avenida	12,83	10,36	10,36	6,69			
			estiaje	3263,03	3443,01	3443,01	3096,86			
O ₃		(µg/m3)	avenida	2776,10	2523,83	2523,83	3855,97			
			estiaje	8,20	10,70	10,70	14,71			
H ₂ S		(µg/m3)	avenida	2,77	1,86	1,86	5,55			
			estiaje	1,06	1,06	1,06	1,06			
SO ₂		(µg/m3)	avenida	1,07	1,07	1,07	1,08			
			estiaje	1,32	1,33	1,33	1,33			
NO ₂		(µg/m3)	avenida	1,34	1,34	1,34	1,35			
			estiaje	19,07	19,11	19,11	19,02			
As		(µg/m3)	avenida	19,32	19,29	19,29	19,34			
			estiaje	0,0016	0,0010	0,0010	0,0012			
Pb		(µg/m3)	avenida	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005			
			estiaje	0,0001	0,0347	0,0347	0,0449			
SUELO				avenida	0,0200	0,0199	0,0199	0,0200		
				Plata (Ag)	(mg/kg)	única	0.002	0.002	0.002	0.02
				Arsénico (As)	(mg/kg)	única	8.35	4.85	4.4	19.50
				Bario (Ba)	(mg/kg)	única	50.425	22.7	31.7	133.30
	Berilio (Be)			(mg/kg)	única	10.075	2.4	3.2	3.47	
	Cadmio (Cd)			(mg/kg)	única	0.069	0.061	0.121	1.01	
	Cobalto (Co)			(mg/kg)	única	2.27	0.74	1.02	2.02	
	Cromo (Cr)			(mg/kg)	única	2.83	0.675	1.34	3.43	
	Cobre (Cu)			(mg/kg)	única	3.6525	0.59	1.16	3.74	
	Mercurio (Hg)			(mg/kg)	única	0.15	0.04	0.04	0.14	
	Molibdeno (Mo)			(mg/kg)	única	0.42	0.025	0.03	0.16	
	Níquel (Ni)			(mg/kg)	única	3.725	0.75	1.2	2.93	
	Plomo (Pb)			(mg/kg)	única	9.45	2.45	3.5	39.67	
	Antimonio (Sb)			(mg/kg)	única	0.99	0.29	0.57	6.06	
	Talio (Tl)			(mg/kg)	única	1.05	0.35	0.4	0.83	
	Vanadio (V)			(mg/kg)	única	7.25	6	7	7.67	
Zinc (Zn)	(mg/kg)	única	47.8	26.85	35.5	174.67				
RUIDO	Nivel de Presión Sonora	(dB)	única	51.95	52.75	52.05	54.47			

Fuente: (Ingeniería Bear Creek Mining, 2012), Elaboración Propia

5.2 IDENTIFICACIÓN, VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO.

En este capítulo se desarrolla el análisis de las características ambientales del área del proyecto considerando la naturaleza de las actividades del proyecto. Se ha procedido a la identificación y a la evaluación de impactos ambientales potenciales que pudieran producirse en la etapa de construcción, siendo este un proceso eminentemente predictivo.

Los impactos son alteraciones que introduce una actividad humana en su entorno; es la parte del medio ambiente afectada por la actividad que interacciona con esta, (Espinoza G, 2006). La identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales se logra con el análisis de la interacción resultante entre las actividades del proyecto y los factores ambientales de su medio circundante. En este proceso, se establecen las modificaciones del medio natural que pueden ser atribuibles a la realización del proyecto seleccionando aquellos impactos potenciales que por su magnitud e importancia permiten ser evaluados con mayor detalle. Posteriormente, se determina la capacidad asimilativa del medio, (Conesa, V, 2010).

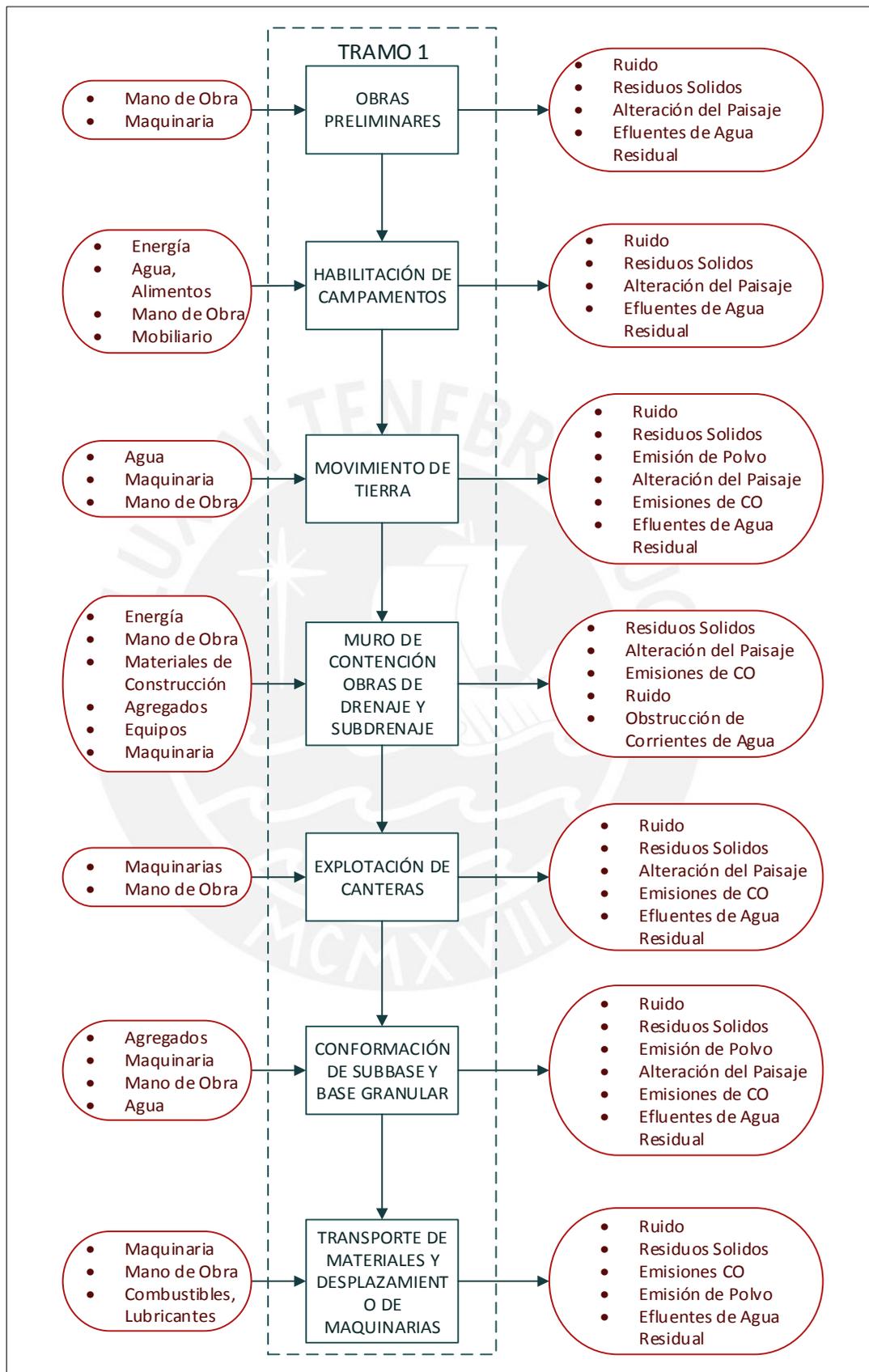
5.2.1 Identificación de Impactos

La identificación de los impactos ambientales se realizó mediante la evaluación de las principales actividades del proyecto que podrían ocasionar posibles impactos en el Ambiente, esta evaluación tomó en consideración los siguientes puntos:

- Conocimiento del proyecto, sus etapas y acciones
- Conocimiento del ambiente y entorno donde se desarrollará el proyecto
- Determinación de las interacciones entre ambos

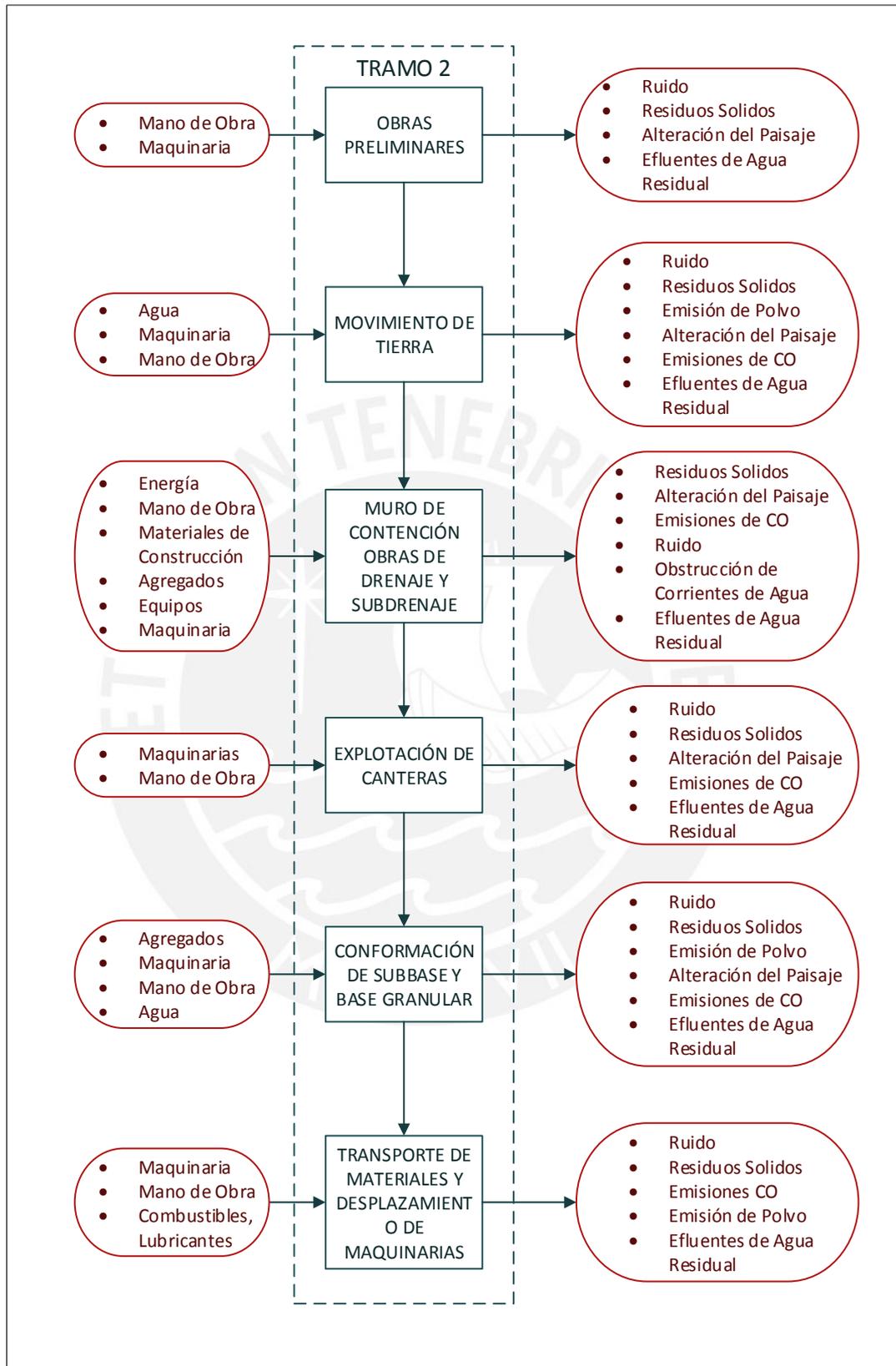
Como consecuencia de la aplicación de un modelo de identificación de impactos ambientales, se obtiene el Diagrama de Flujo, con las consideraciones conceptuales de (Conesa, V, 2010) y (Espinoza G, 2006), el mismo que se aprecia en las Figuras N° 22, N° 23, N° 24 y N° 25.

Figura N° 22. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo - 1



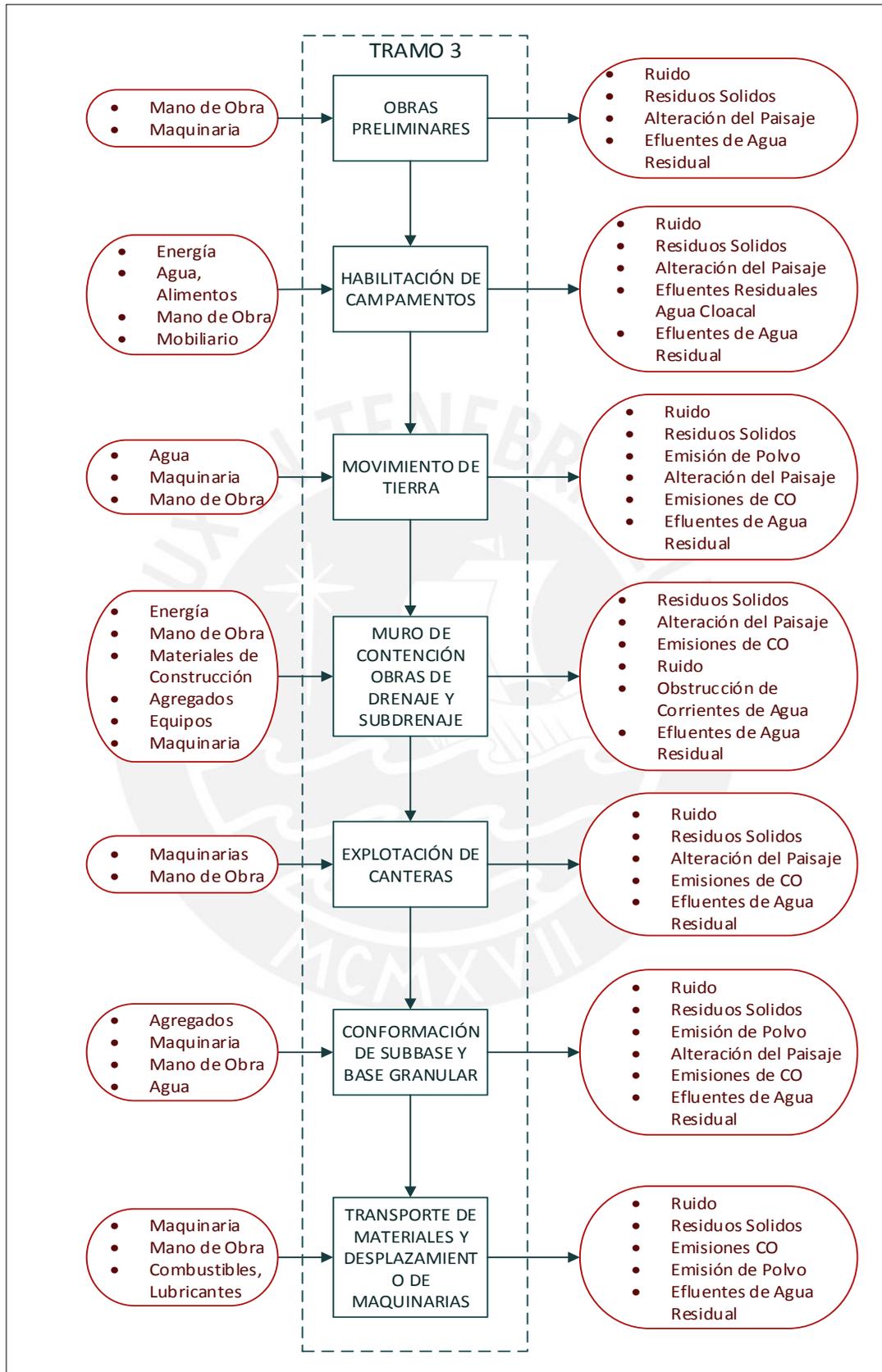
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 23. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo - 2



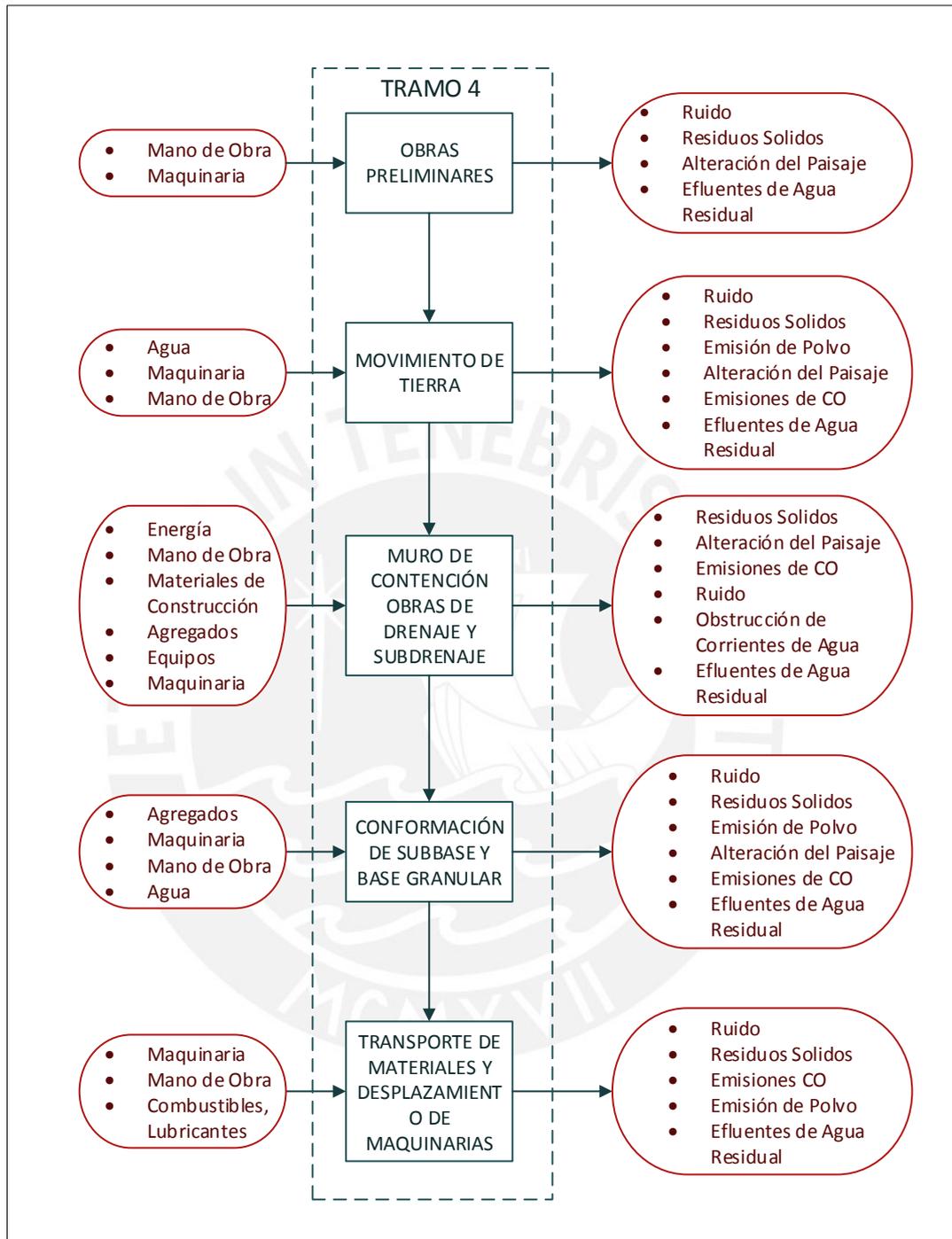
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 24. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo – 3



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 25. Diagrama de Flujo de Identificación de Impactos Tramo - 4



Fuente: Elaboración Propia

Siguiendo el criterio metodológico se han podido identificar un total de 256 impactos, que ocurren de manera secuencial y simultánea en todos los tramos de la vía, los mismos que tienen una participación diferenciada en los diferentes subprocesos. Dado que varios de estos impactos son esencialmente los mismos, como se aprecia de la Fig. N° 22 a la Fig. N° 25, se requiere hacer una clasificación, cuyos resultados

se aprecian en la Tabla N° 29.

Tabla N° 29. Inventario de Impactos Ambientales

I	Denominación del Impacto	Código	Cantidad	Frecuencia Absoluta	Medio al que Afecta	Ponderación	Frecuencia Ponderada	Frecuencia relativa ponderada
1	Contaminación del medio hídrico por efluentes residuales	IM1	7	0.10	Agua	60	5.83	0.11
2	Contaminación del medio hídrico por efluentes residuales de agua cloacal	IM2	1	0.01	Agua	60	0.83	0.02
3	Contaminación del suelo por residuos sólidos	IM3	7	0.10	Suelo	60	5.83	0.11
4	Afectación del medio atmosférico por emisiones sonoras	IM4	7	0.10	Aire	60	5.83	0.11
5	Contaminación del medio atmosférico por CO proveniente del uso de maquinaria	IM5	5	0.07	Aire	60	4.17	0.08
6	Generación de puestos de trabajo e ingresos por actividades de intervención y puesta en valor	IM6	7	0.10	Social	50	4.86	0.09
7	Afectación del paisaje como consecuencia de la instalación de la carretera y obras de arte	IM7	6	0.08	Paisaje	20	1.67	0.03
8	Afectación a la Calidad del Aire por la presencia de partículas	IM8	3	0.04	Aire	60	2.50	0.05
9	Afectación a Corrientes de Agua y Drenajes.	IM9	1	0.01	Agua	60	0.83	0.02
10	Alteración del Hábitat de la Fauna Terrestre	IM10	7	0.10	Fauna	60	5.83	0.11
11	Alteración y Pérdida de la Flora presente.	IM11	7	0.10	Flora	60	5.83	0.11
12	Incrementación del Riesgo de Accidentes de Tránsito y de Trabajo	IM12	7	0.10	Social	20	1.94	0.04
13	Contaminación del suelo por Efluentes Residuales	IM13	7	0.10	Suelo	60	5.83	0.11
Total impactos identificados			72.00	1.00	0.00	690.00	51.81	

Fuente: Elaboración Propia

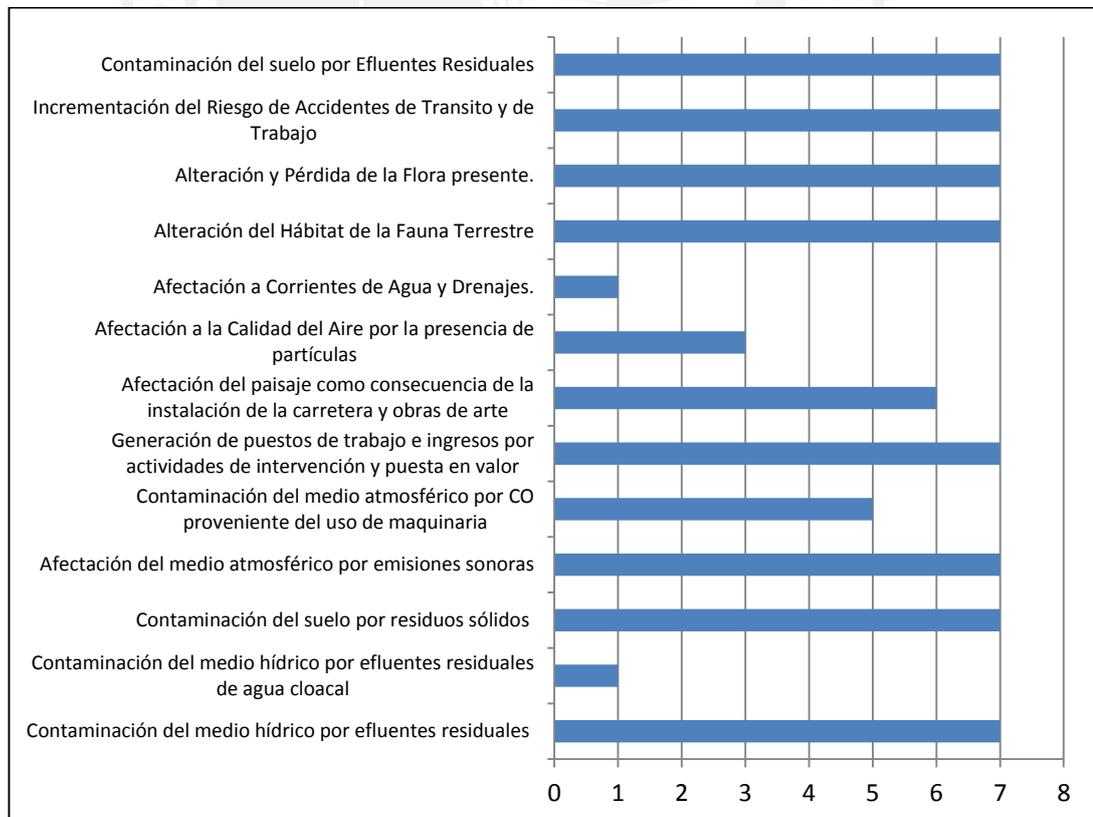
De la Tabla N° 29 se desprenden tres comentarios importantes. Primero, que es posible obtener dos tipos de frecuencias, o nivel de recurrencia. Así se tiene una

frecuencia simple o de concurrencia, según la cual las afectaciones del medio por emisiones sonoras, residuos sólidos, la generación de puestos de trabajo, alteración de la Fauna, Flora y Efluentes residuales , son los impactos que mayor índice de frecuencia tienen, (Ver Figuras del N° 26 a la N° 28).

En segundo lugar, no basta señalar la cantidad de impactos generados sino que ellos deben ser evaluados en función del factor del ambiente que afectan, sea de manera positiva o negativa. Para ello, siguiendo las recomendaciones de (Conesa, V, 2010) y (Espinoza G, 2006) se han obtenido de listas predeterminadas valores ponderados según el tipo de factor ambiental que afectan y cuyo valores se aprecian en la Tabla N° 29.

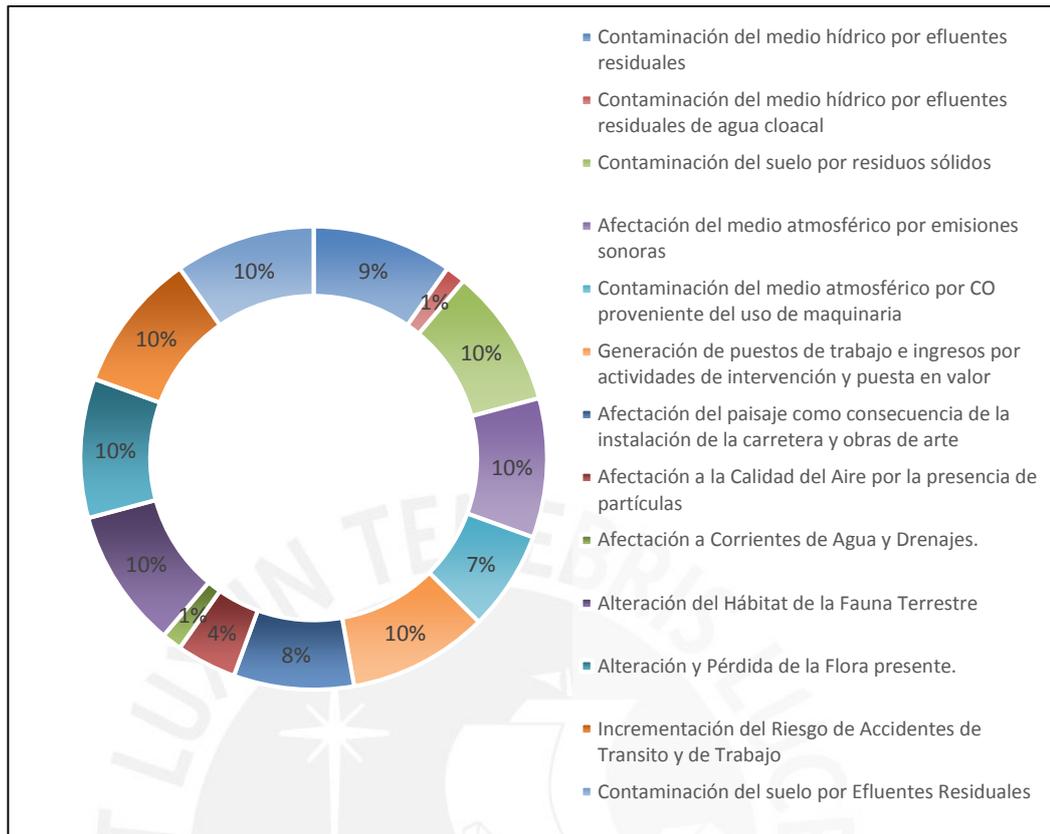
Y por último, en base a lo anterior se tiene, que la afectación del medio atmosférico como consecuencia de la generación de emisiones sonoras, emisiones de partículas y de CO, tiene una elevada presencia (0,25), seguido la afectación del suelo (0,23) y luego la afectación al medio hídrico (0.13). En tanto que la oferta de empleo e ingreso ocupa un lugar posterior a estos impactos (0,10), (Ver Tabla N° 29)

Figura N° 26. Frecuencia Simple de Impactos Ambientales



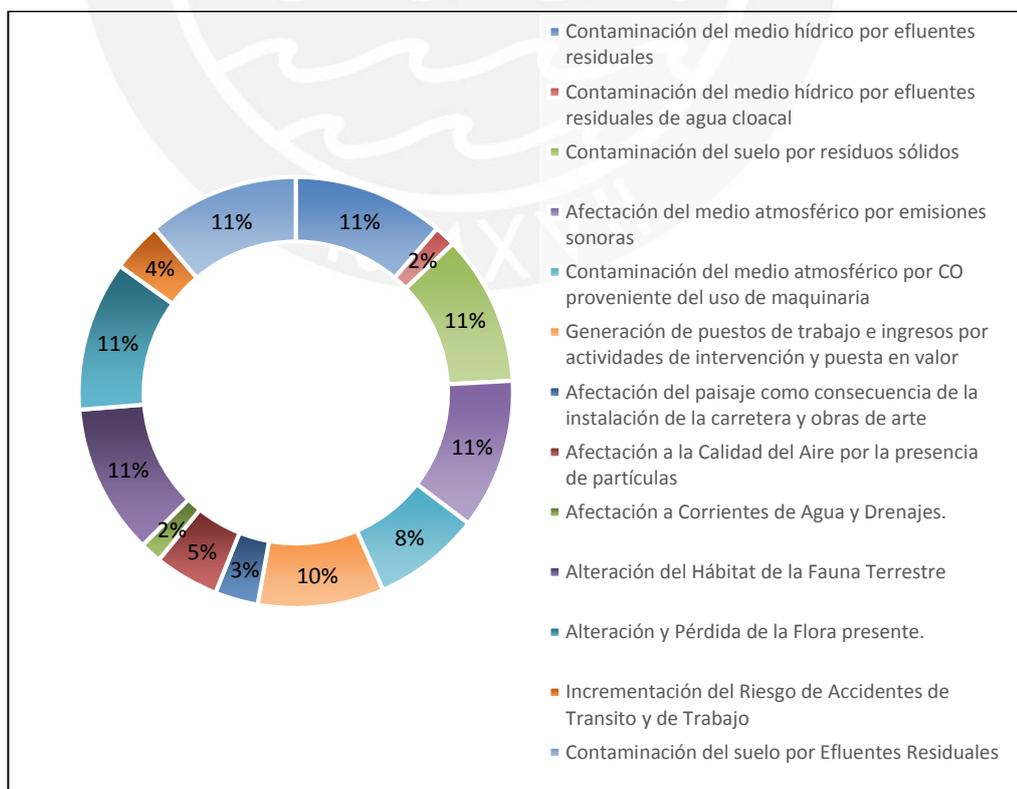
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 27. Frecuencia Absoluta de Impactos Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 28. Frecuencia Relativa Ponderada de Impactos Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Valorización de Impactos

5.2.2.1 Matriz de Impactos según Factor y Aspecto Ambiental

Siguiendo el procedimiento de valorización de Impactos se desarrollan las matrices de identificación de impactos según Factor Ambiental y Aspecto Ambiental por cada Tramo. Son matrices del tipo causa efecto, con el propósito de completar el proceso de identificación de impactos. Estas matrices contienen información referida a la interacción entre los aspectos ambientales y el medio, es decir, el factor ambiental, (Ver Tablas del N° 30 a la N° 33).

Conforme se aprecia en las figuras del N° 29 al N° 36, por cada tramo los factores ambientales que mayor número de impactos presentan es el suelo, seguido por el medio atmosférico. Del lado de los aspectos ambientales, se tiene que las actividades que generan mayores impactos son el Movimiento de Tierras y la conformación de la Base y Subbase de la Carretera, seguidos por la construcción de las obras de arte y drenaje.

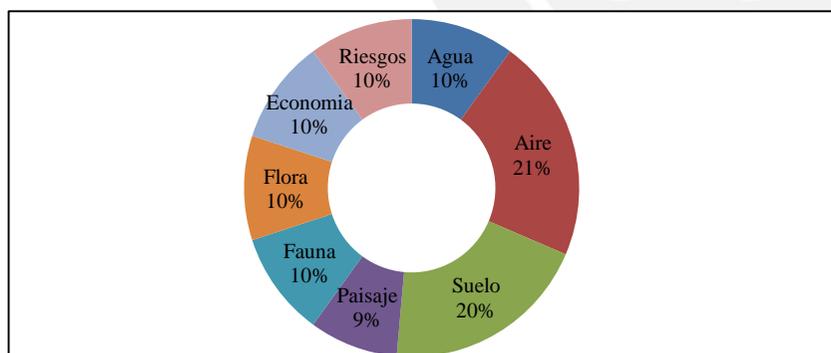
También se aprecia que el Tramo 3 es donde mayores impactos se identifican, pues al contar con todos los procesos generales y por ser de mayor longitud, genera 72 impactos previamente identificados por aspecto ambiental, siguiendo el Tramo 1 con 70 impactos, el Tramo 2 con 62, y finalmente se tiene el Tramo 4 con 52 impactos, pues al no contar con habilitación de campamentos, canteras y ríos, genera un menor número de impactos.

Tabla N° 30. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA)–Tramo 1

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	Aspecto Ambiental (AA) Tramo 1							Valor Absoluto
		Obras Preliminares	Habilitación de Campamentos	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Explotación de Canteras	Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias	
Medio Físico	Agua	1	1	1	1	1	1	1	7
	Aire	1	1	3	2	3	2	3	15
	Suelo	2	2	2	2	2	2	2	14
	Paisaje	1	1	1	1	1	1		6
Medio Biológico	Fauna	1	1	1	1	1	1	1	7
	Flora	1	1	1	1	1	1	1	7
Medio Social	Economía	1	1	1	1	1	1	1	7
	Riesgos	1	1	1	1	1	1	1	7
Numero de Impactos por AA		9	9	11	10	11	10	10	70
Numero de Impactos Totales Por AA		70							

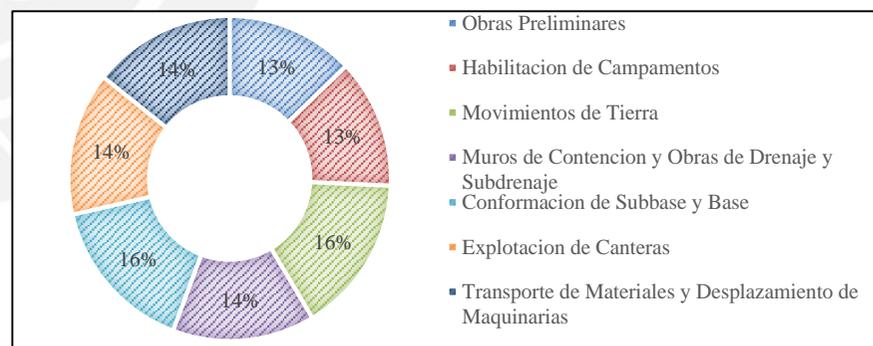
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 29. Número de impactos ambientales según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 30. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales



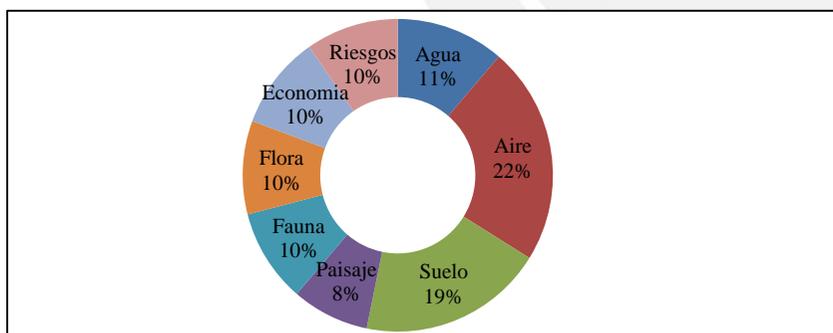
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 31. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA) – Tramo 2

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	Aspecto Ambiental (AA) Tramo 2						Valor Absoluto
		Obras Preliminares	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Explotación de Canteras	Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias	
Medio Físico	Agua	1	1	2	1	1	1	7
	Aire	1	3	2	3	2	3	14
	Suelo	2	2	2	2	2	2	12
	Paisaje	1	1	1	1	1		5
Medio Biológico	Fauna	1	1	1	1	1	1	6
	Flora	1	1	1	1	1	1	6
Medio Social	Economía	1	1	1	1	1	1	6
	Riesgos	1	1	1	1	1	1	6
Numero de Impactos por AA		9	11	11	11	10	10	62
Numero de Impactos Totales Por AA		62						

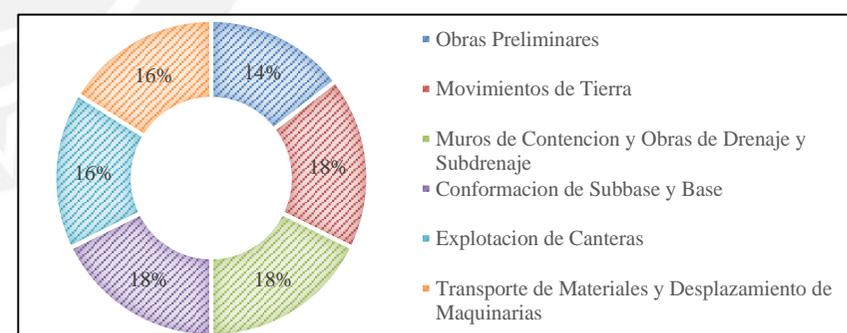
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 31. Número de impactos ambientales según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 32. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales



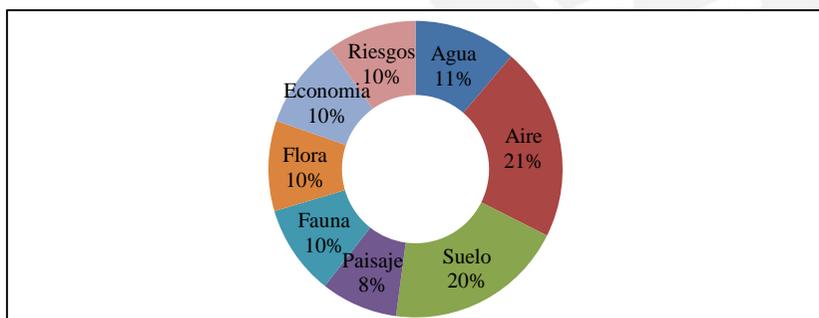
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 32. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA) – Tramo 3

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	Aspecto Ambiental (AA) Tramo 3							Valor Absoluto
		Obras Preliminares	Habilitación de Campamentos	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Explotación de Canteras	Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias	
Medio Físico	Agua	1	2	1	2	1	1	1	9
	Aire	1	1	3	2	3	2	3	15
	Suelo	2	2	2	2	2	2	2	14
	Paisaje	1	1	1	1	1	1		6
Medio Biológico	Fauna	1	1	1	1	1	1	1	7
	Flora	1	1	1	1	1	1	1	7
Medio Social	Economía	1	1	1	1	1	1	1	7
	Riesgos	1	1	1	1	1	1	1	7
Numero de Impactos por AA		9	10	11	11	11	10	10	72
Numero de Impactos Totales Por AA		72							

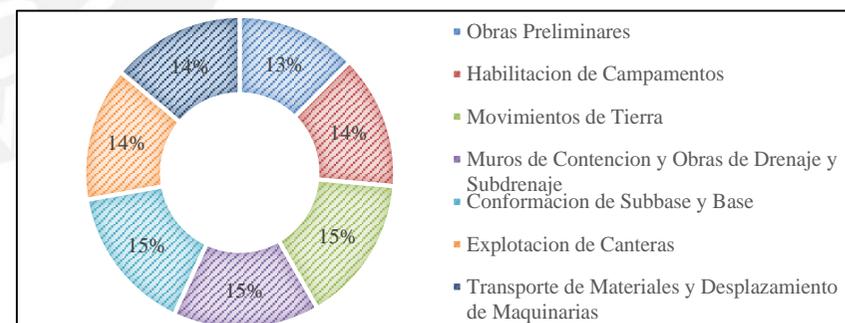
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 33. Número de impactos ambientales según factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 34. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales



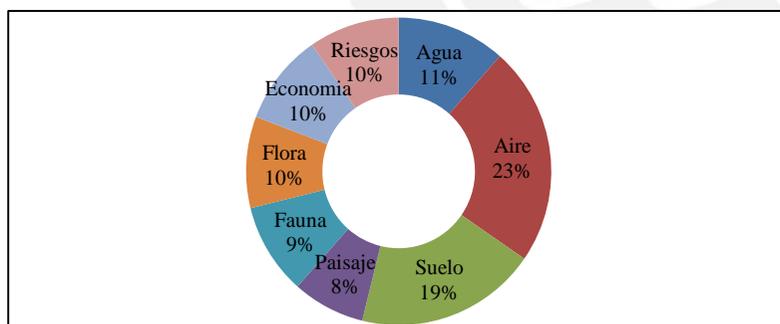
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 33. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales por Factor ambiental (FA) y Aspecto Ambiental (AA) – Tramo 4

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	Aspecto Ambiental (AA) Tramo 4					Valor Absoluto
		Obras Preliminares	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias	
Medio Físico	Agua	1	1	2	1	1	6
	Aire	1	3	2	3	3	12
	Suelo	2	2	2	2	2	10
	Paisaje	1	1	1	1		4
Medio Biológico	Fauna	1	1	1	1	1	5
	Flora	1	1	1	1	1	5
Medio Social	Economía	1	1	1	1	1	5
	Riesgos	1	1	1	1	1	5
Numero de Impactos por AA		9	11	11	11	10	52
Numero de Impactos Totales Por AA		52					

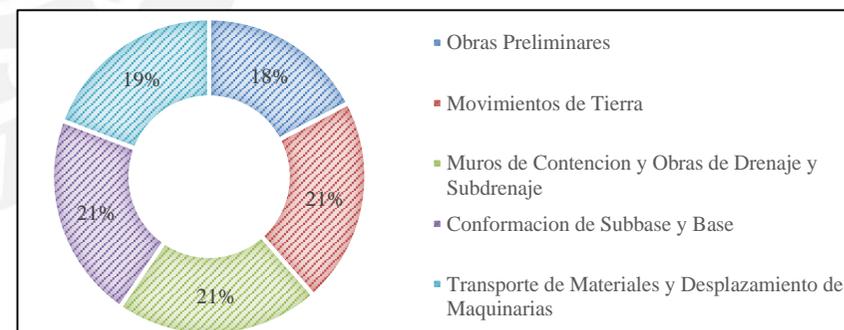
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 35. Número de impactos ambientales según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 36. Número de impactos ambientales según Aspectos Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.2 Tabla de Valorización de Impactos

Se desarrolla el modelo de valoración Cualitativa multi-criterio. De este modo, el valor de un impacto se puede estimar, y consiguientemente clasificar, bajo la expresión (9) anteriormente enunciada.

$$I_v = +/- C * [Ocu + Ex + Per + D + Im + Re]$$

Donde, N representa la naturaleza o el carácter del impacto, el mismo que tiene un signo (+) si es un impacto positivo cuya influencia en el ambiente contribuye a aumentar el desempeño del parámetro o indicador ambiental, y (-) si lo disminuye.

Tabla N° 34. **Criterios o atributos empleados en la caracterización de impactos ambientales empleados en el estudio**

Atributo	Escala		
Carácter (C)	Neutro (0)	Positivo (1)	Negativo (-1)
Perturbación (P)	Importante (3)	Regular (2)	Escasa (1)
Importancia (I)	Alta (3)	Media (2)	Baja (1)
Ocurrencia (O)	Muy probable (3)	Probable (2)	Poco Probable (1)
Extensión (E)	Regional (3)	Local (2)	Puntual (1)
Duración (D)	Permanente (3)	Media (2)	Corta (1)
Reversibilidad (R)	Irreversible (3)	Parcial (2)	Reversible (1)

Fuente: (Espinoza G, 2006)

Se aprecia en la Tabla N° 35, los impactos ambientales identificados y valorados fueron 13, los cuales se repiten a lo largo de la construcción de cada tramo. De todos ellos, 12 resultaron ser negativos que tienen diferentes incidencias en el ambiente, y el restante es positivo. Esta situación en buena cuenta ilustra los distintos niveles de afectación del medio.

Según el análisis individual, es visible que los Factores más afectados son el Paisaje, seguidos de la Fauna, Flora, Suelos, Aire y Agua. Sin embargo este análisis no tiene en consideración la importancia de cada factor, pues es evidente que no todos los factores presentan un mismo nivel de importancia de afectación al medio ambiente, debido a la calidad inicial de los factores del emplazamiento.

Tabla N° 35. **Tabla de Valorización de Impactos Ambientales**

N°	Denominación del Impacto	Código	Carácter (C)	Perturbación (P)	Importancia (I)	Ocurrencia (O)	Extensión (E)	Duración (D)	Reversibilidad (R)	Valor
1	Contaminación del medio hídrico por efluentes residuales	IM1	-1	2	3	2	1	1	1	-10
2	Contaminación del medio hídrico por efluentes residuales de agua cloacal	IM2	-1	2	2	2	1	1	1	-9
3	Contaminación del suelo por residuos sólidos	IM3	-1	2	3	3	1	1	2	-12
4	Afectación del medio atmosférico por emisiones sonoras	IM4	-1	2	2	3	1	1	1	-10
5	Contaminación del medio atmosférico por CO proveniente del uso de maquinaria	IM5	-1	2	2	3	2	1	1	-11
6	Generación de puestos de trabajo e ingresos por actividades de intervención y puesta en valor	IM6	1	3	3	3	2	3	3	17
7	Afectación del paisaje como consecuencia de la instalación de la carretera y obras de arte	IM7	-1	2	2	3	2	3	3	-15
8	Afectación a la Calidad del Aire por la presencia de partículas	IM8	-1	2	2	2	1	1	1	-9
9	Afectación a Corrientes de Agua y Drenajes.	IM9	-1	2	2	2	1	2	2	-11
10	Alteración del Hábitat de la Fauna Terrestre	IM10	-1	2	2	2	2	2	2	-12
11	Alteración y Pérdida de la Flora presente.	IM11	-1	2	2	2	2	2	2	-12
12	Incrementación del Riesgo de Accidentes de Tránsito y de Trabajo.	IM12	-1	1	2	2	2	2	2	-11
13	Contaminación del suelo por Efluentes Residuales.	IM13	-1	2	3	3	1	1	2	-12

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2.3 Matriz de Importancia de Impactos del Proyecto

Siguiendo las consideraciones teóricas, se procedió a situar la posición ambiental del proyecto evaluado, empleando una matriz de causa efecto, en donde se dispuso a nivel de filas los Factores Ambientales (FAi) y en las columnas los aspectos ambientales (AAi), incluyendo la ponderación adicional, en función del tipo de factor ambiental, indicada en la Tabla N° 5 del Capítulo de Marco Teórico, al momento de evaluar las afectaciones dimensionadas por el procedimiento de valorización realizado.

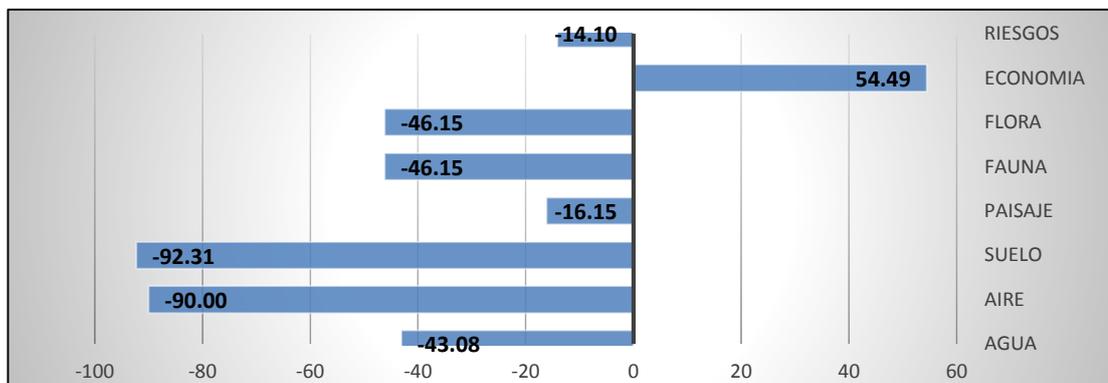
En la Tabla N° 36, se muestran los resultados expuestos en una matriz de resumen de todos los tramos analizados (Tablas N° 37 al 40, Figuras N° 39 al 46), respecto a los valores absolutos, los Factores Ambientales más afectados, negativamente, son el suelo (-600), el aire (-585) y el Paisaje (-315). También se aprecian Factores Ambientales afectados positivamente, como es el caso del Económico (425), como se observa en las Figuras N° 37 y N° 38.

Tabla N° 36. **Matriz de Importancia Resumen de Impactos Ambientales del Proyecto**

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	UIP	Proyecto				Valor Absoluto
			Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	
Medio Físico	Agua	60	-69	-71	-90	-50	-280
	Aire	60	-152	-142	-170	-121	-585
	Suelo	60	-168	-144	-168	-120	-600
	Paisaje	20	-90	-75	-90	-60	-315
Medio Biológico	Fauna	60	-84	-72	-84	-60	-300
	Flora	60	-84	-72	-84	-60	-300
Medio Social	Economía	50	119	102	119	85	425
	Riesgos	20	-77	-66	-77	-55	-275

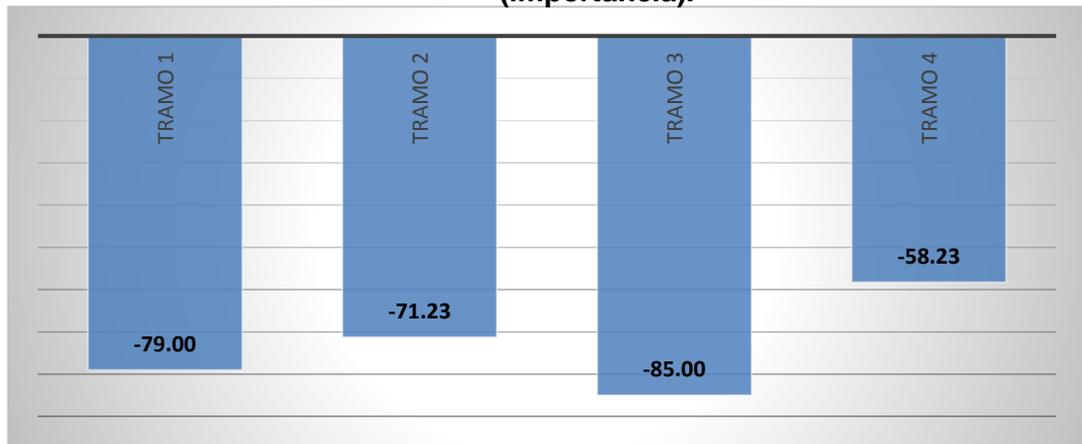
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 37. **Factores Ambientales impactados según niveles de afectación (importancia)**



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 38. Impactos en cada Tramo según niveles de afectación (importancia).



Fuente: Elaboración Propia

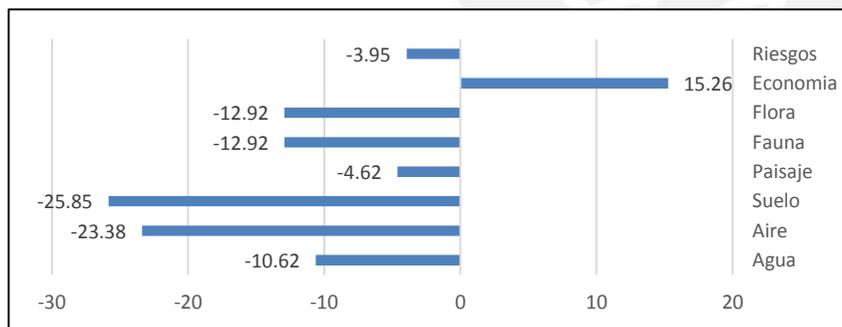


Tabla N° 37. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 1

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	UIP	Aspecto Ambiental (AA) Tramo 1							Valor Absoluto	Valor Relativo
			Obras Preliminares	Habilitación de Campamentos	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Explotación de Canteras	Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias		
Medio Físico	Agua	60	-10	-9	-10	-10	-10	-10	-10	-69	-10.62
	Aire	60	-10	-10	-30	-21	-30	-21	-30	-152	-23.38
	Suelo	60	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-168	-25.85
	Paisaje	20	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-90	-4.62
Medio Biológico	Fauna	60	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-84	-12.92
	Flora	60	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-84	-12.92
Medio Social	Economía	50	17	17	17	17	17	17	17	119	15.26
	Riesgos	20	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-77	-3.95
Valor Ambiente		390									
Valor Absoluto			-77	-76	-97	-88	-97	-88	-82		
Valor Relativo			-9.62	-9.46	-12.69	-11.31	-12.69	-11.31	-11.92		

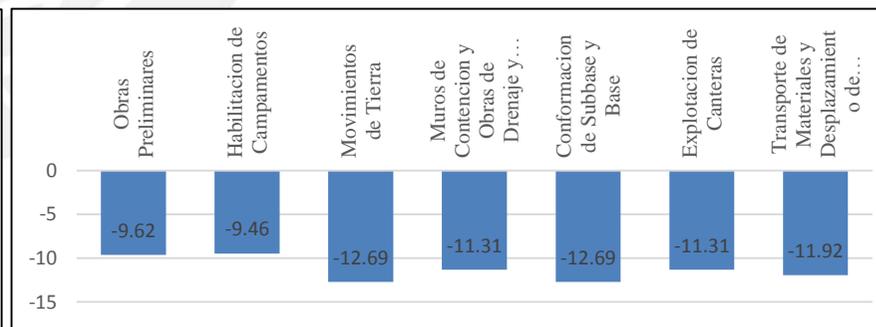
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 39. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 40. Valor Relativo de la afectación de los impactos según Aspectos Ambientales



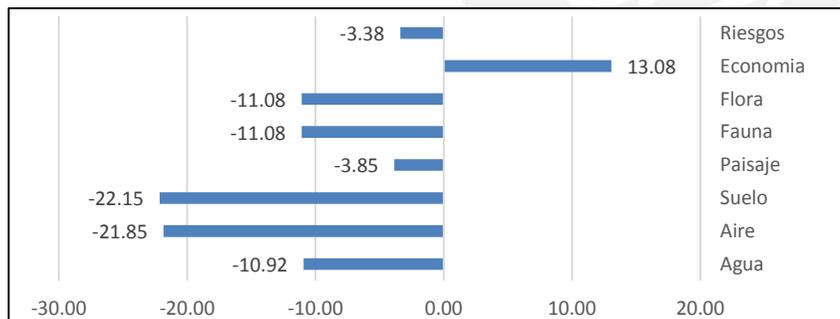
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 38. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 2

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	UIP	Aspecto Ambiental (AA) Tramo2					Valor Absoluto	Valor Relativo	
			Obras Preliminares	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Explotación de Canteras			Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias
Medio Físico	Agua	60	-10	-10	-21	-10	-10	-10	-71	-10.92
	Aire	60	-10	-30	-21	-30	-21	-30	-142	-21.85
	Suelo	60	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-144	-22.15
	Paisaje	20	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-75	-3.85
Medio Biológico	Fauna	60	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-72	-11.08
	Flora	60	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-72	-11.08
Medio Social	Economía	50	17	17	17	17	17	17	102	13.08
	Riesgos	20	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-66	-3.38
Valor Ambiente		390								
Valor Absoluto			-77	-97	-99	-97	-88	-82		
Valor Relativo			-9.62	-12.69	-13.00	-12.69	-11.31	-11.92		

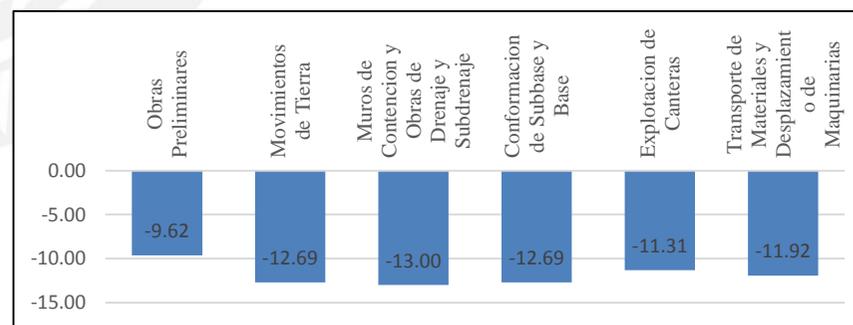
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 41. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 42. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales



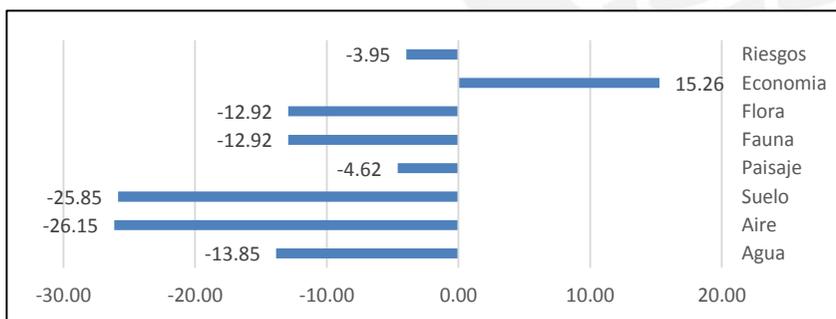
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 39. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 3

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	UIP	Aspecto Ambiental (AA) Tramo 3							Valor Absoluto	Valor Relativo
			Obras Preliminares	Habilitación de Campamentos	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Explotación de Canteras	Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias		
Medio Físico	Agua	60	-10	-19	-10	-21	-10	-10	-10	-90	-13.85
	Aire	60	-19	-10	-30	-21	-30	-30	-30	-170	-26.15
	Suelo	60	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-24	-168	-25.85
	Paisaje	20	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-15	-90	-4.62
Medio Biológico	Fauna	60	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-84	-12.92
	Flora	60	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-84	-12.92
Medio Social	Economía	50	17	17	17	17	17	17	17	119	15.26
	Riesgos	20	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-11	-77	-3.95
Valor Ambiente		390									
Valor Absoluto			-86	-86	-97	-99	-97	-97	-97	-82	
Valor Relativo			-11.00	-11.00	-12.69	-13.00	-12.69	-12.69	-12.69	-11.92	

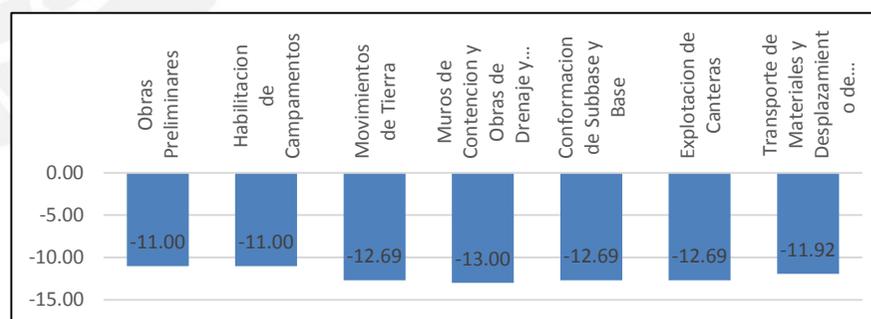
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 43. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 44. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales



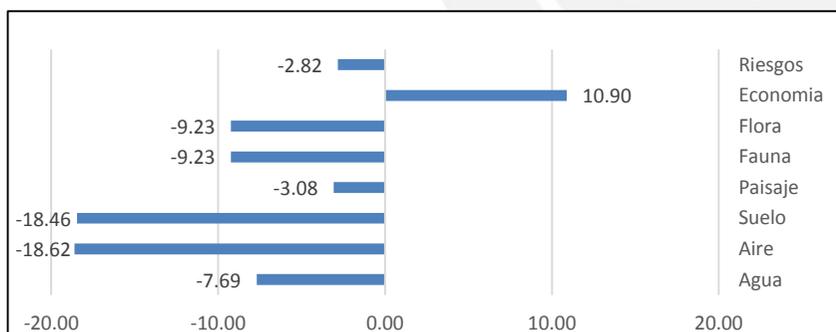
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 40. Matriz de Importancia de Impactos Ambientales – Tramo 4

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	UIP	Aspecto Ambiental (AA) Tramo 4					Valor Absoluto	Valor Relativo
			Obras Preliminares	Movimientos de Tierra	Muros de Contención y Obras de Drenaje y Subdrenaje	Conformación de Subbase y Base	Transporte de Materiales y Desplazamiento de Maquinarias		
Medio Físico	Agua	60	-10	-10	-10	-10	-10	-50	-7.69
	Aire	60	-10	-30	-21	-30	-30	-121	-18.62
	Suelo	60	-24	-24	-24	-24	-24	-120	-18.46
	Paisaje	20	-15	-15	-15	-15	-15	-60	-3.08
Medio Biológico	Fauna	60	-12	-12	-12	-12	-12	-60	-9.23
	Flora	60	-12	-12	-12	-12	-12	-60	-9.23
Medio Social	Economía	50	17	17	17	17	17	85	10.90
	Riesgos	20	-11	-11	-11	-11	-11	-55	-2.82
Valor Ambiente		390							
Valor Absoluto			-77	-97	-88	-97	-82		
Valor Relativo			-9.62	-12.69	-11.31	-12.69	-11.92		

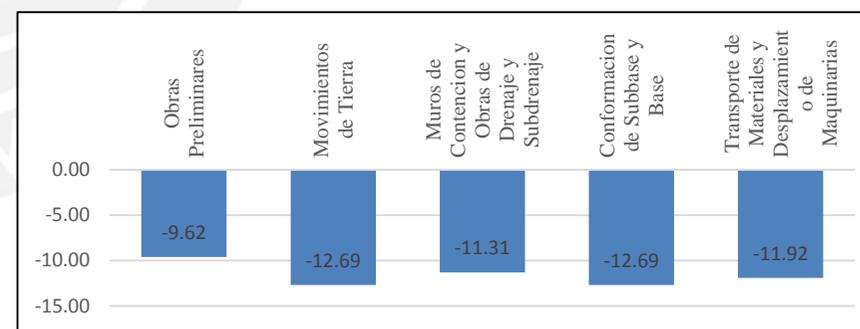
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 45. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 46. Valor Relativo de la afectación de los Impactos según Factores Ambientales



Fuente: Elaboración Propia

5.2.3 Evaluación de Impactos

A continuación se presenta la evaluación individual de impactos ambientales y la evaluación de los impactos ambientales del proyecto:

5.2.3.1 Evaluación Individual de Impactos

Para una adecuada interpretación de los valores hallados, se debe considerar la Regla de decisión, la cual se basa en dos tipos de impactos: negativo y positivo. Los impactos ambientales negativos se distribuyen en tres categorías: severo, moderado y compatible; mientras que los impactos ambientales positivos, se dividen en: alto, medio y bajo (Ver Tabla N° 41).

Tabla N° 41. Regla de decisión para la interpretación de impactos ambientales empleados en la evaluación

Categoría del Impacto según V_i	Carácter del impacto	Rango
Severo	Negativo (-)	> -15
Moderado		-15 > -9
Compatible		< -9
Alto	Positivo (+)	>15
Medio		15>9
Bajo		<9

Fuente: (Espinoza G, 2006)

Tabla N° 42. Interpretación de Impactos Ambientales

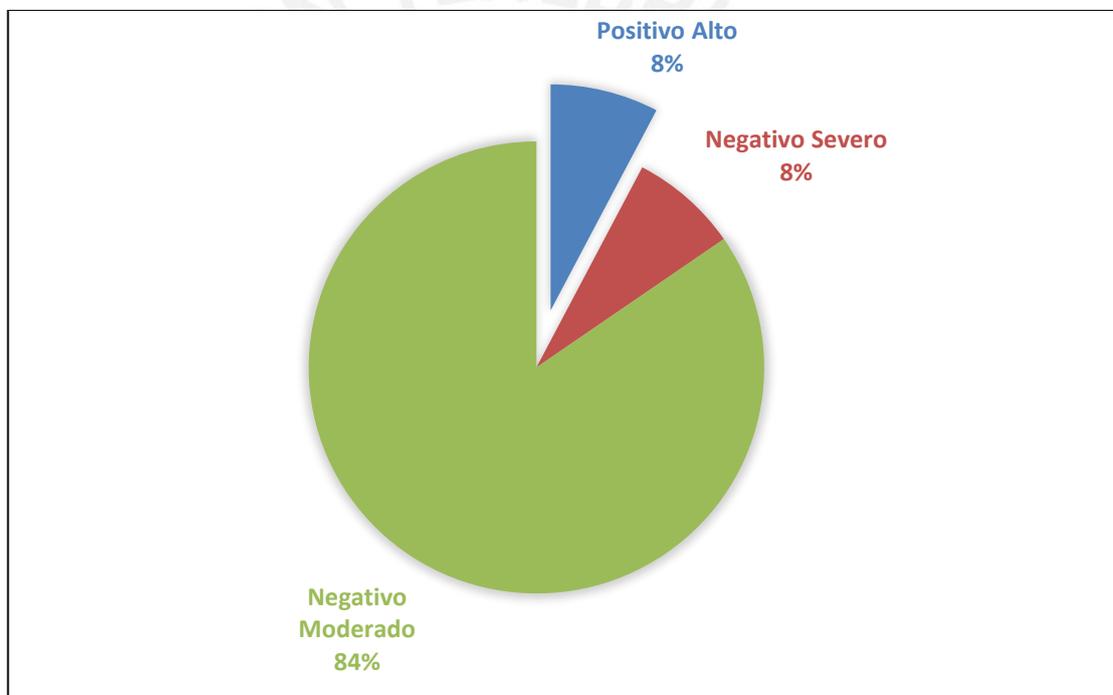
N°	Denominación del Impacto	Código	Valorización	Carácter del Impacto	Interpretación
1	Contaminación del medio hídrico por efluentes residuales	IM1	-10	Negativo	Moderado
2	Contaminación del medio hídrico por efluentes residuales de agua cloacal	IM2	-9	Negativo	Moderado
3	Contaminación del suelo por residuos sólidos	IM3	-12	Negativo	Moderado
4	Afectación del medio atmosférico por emisiones sonoras	IM4	-10	Negativo	Moderado
5	Contaminación del medio atmosférico por CO proveniente del uso de maquinaria	IM5	-11	Negativo	Moderado
6	Generación de puestos de trabajo e ingresos por actividades de intervención y puesta en valor	IM6	17	Positivo	Alto
7	Afectación del paisaje como consecuencia de la instalación de la carretera y obras de arte	IM7	-15	Negativo	Severo
8	Afectación a la Calidad del Aire por la presencia de partículas	IM8	-9	Negativo	Moderado
9	Afectación a Corrientes de Agua y Drenajes.	IM9	-11	Negativo	Moderado
10	Alteración del Hábitat de la Fauna Terrestre	IM10	-12	Negativo	Moderado
11	Alteración y Pérdida de la Flora presente.	IM11	-12	Negativo	Moderado
12	Incrementación del Riesgo de Accidentes de Tránsito y de Trabajo.	IM12	-11	Negativo	Moderado
13	Contaminación del suelo por Efluentes Residuales.	IM13	-12	Negativo	Moderado

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del procedimiento de jerarquización de impactos se muestran en la Tabla N° 42. De esta forma, aplicada la regla de decisión comentada en Tabla N° 40, se obtuvo que el 84% de los impactos negativos son Moderados, el 8% pertenecen a la clase de impactos severos, y el 8 % restante es para los impactos positivos Altos (Ver Figura N° 47).

Es importante señalar, que numéricamente los impactos negativos prevalecen sobre los impactos positivos, aun así y considerando los valores obtenidos se puede permitir un juicio técnico de compatibilidad ambiental del proyecto materia de evaluación.

Figura N° 47. **Distribución de los impactos negativos según categorías de afectación ambiental**



Fuente: Elaboración Propia

5.2.3.2 Evaluación del Proyecto

Al evaluar el Proyecto por tramos, y considerando las ponderaciones de cada Factor Ambiental, las escalas de afectación se corrigen como se pueden apreciar para los Factores Ambientales. Según la valoración por importancia, se tiene que los factores más impactados son el suelo y aire.

La valoración final del proyecto genera más impactos negativos que positivos, como consecuencia de las labores constructivas, sin embargo, al ser de naturaleza temporal, se podría considerar como compatible con el ambiente.

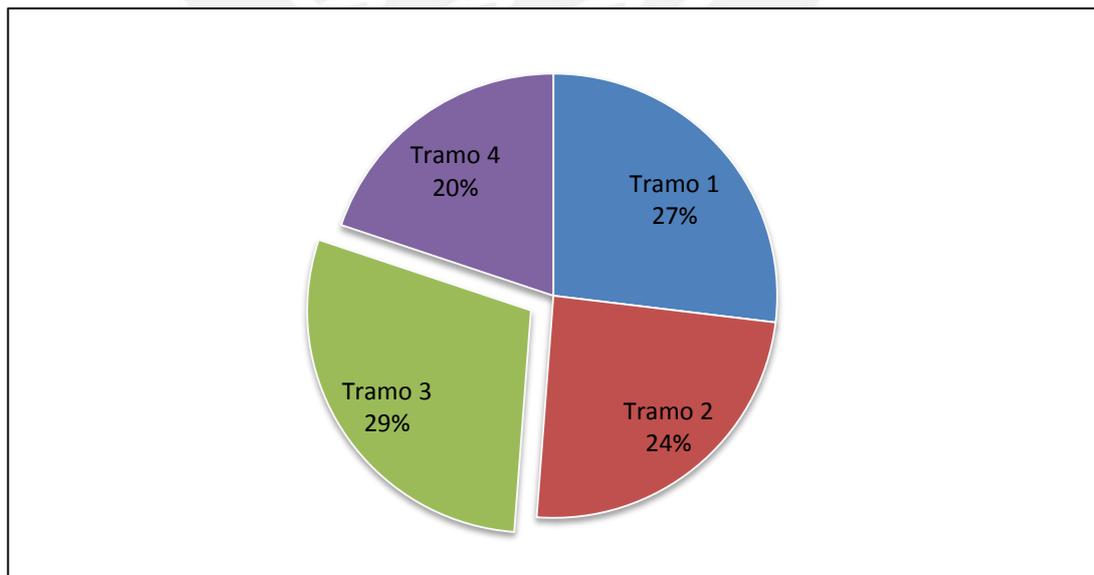
La evaluación final del proyecto concluye que el Tramo que más impactos genera es el Tramo N° 3, con respecto a la ponderación por cada factor ambiental, (Ver Figura N° 48), obteniendo el 29% del total de impactos generados, a continuación se encuentra el Tramo 1 con 27 % y luego el Tramo 2 con 24% y finalmente el Tramo 4%.

Tabla N° 43. Evaluación del Proyecto por Factores Ambientales

Sistemas Ambientales	Factor Ambiental (FA)	UIP	Proyecto			
			Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Medio Físico	Agua	60	-69	-71	-90	-50
	Aire	60	-152	-142	-170	-121
	Suelo	60	-168	-144	-168	-120
	Paisaje	20	-90	-75	-90	-60
Medio Biológico	Fauna	60	-84	-72	-84	-60
	Flora	60	-84	-72	-84	-60
Medio Social	Economía	50	119	102	119	85
	Riesgos	20	-77	-66	-77	-55
Valor Absoluto			-605	-540	-644	-441
Valor Relativo			-79.00	-71.23	-85.00	-58.23
Frecuencia Relativa			0.269	0.243	0.290	0.198
Fr/Fmax			0.929	0.838	1.000	0.685

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 48. Frecuencia de Impactos según Tramo del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculadas los Valores Relativos en función del Valor Ambiente ponderado, se estima las frecuencias relativas y luego la relación entre la frecuencia relativa y la frecuencia de mayor valor, que en este caso corresponde al Tramo 3,

Para relacionar con la regla de decisión establecida Tabla N° 44, asumimos valores positivos para los Valores Relativos ambientales calculados.

Los resultados según las reglas de Decisión indican que los Tramos 1 y 2 son de Impactos Significativos, el Tramo 3 es Muy Significativo y el Tramo 4 es Moderado. Entonces para que el proyecto sea factible se requieren diseñar acciones correctoras, para mitigar esos Impactos Ambientales presentes durante la construcción de la carretera, (Ver Tabla N° 45)

Tabla N° 44. Reglas de Decisión para el proyecto

Valor del Impacto Ambiental [vi]	Regla de decisión
0-20	No significativo
21-40	Leve
41-60	Moderado
61-80	Significativo
81-100	Muy Significativo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 45. Evaluación de los Tramos del Proyecto por Reglas de Decisión

Tramo	Valor Relativo de Impacto	Regla de decisión
Tramo 1	79.00	Significativo
Tramo 2	71.23	Significativo
Tramo 3	85.00	Muy Significativo
Tramo 4	58.23	Moderado

Fuente: Elaboración Propia

5.2.3.3 Relaciones entre Medios Ambientales

Para un mayor análisis de los impactos generados en la construcción de la carretera se procede a realizar regresiones entre los medios físico, biológico y social.

De los resultados obtenidos, se pueden concluir lo siguiente:

- Al relacionar el Medio Físico con el Medio Biológico, se observa que la relación es directamente proporcional pues al incrementar el impacto en el Medio Físico incrementa el impacto en el Medio Biológico, (Ver Figura N° 49).

- Al relacionar el Medio Físico con el Medio Socio-Económico, se produce similar situación, el impacto al Medio Socio-Económico se ve incrementado al aumentar el impacto al Medio Físico, lo cual se explica porque los impactos al medio se generan por el avance de las construcciones del proyecto, generando mayor actividad laboral e ingresos, (Ver Figura 50).
- Relacionamos el Medio Socio-Económico con el Medio Biológico, de igual manera al incrementar las labores de construcción se incrementan los impactos al Medio Biológico, (Ver Figura 51).

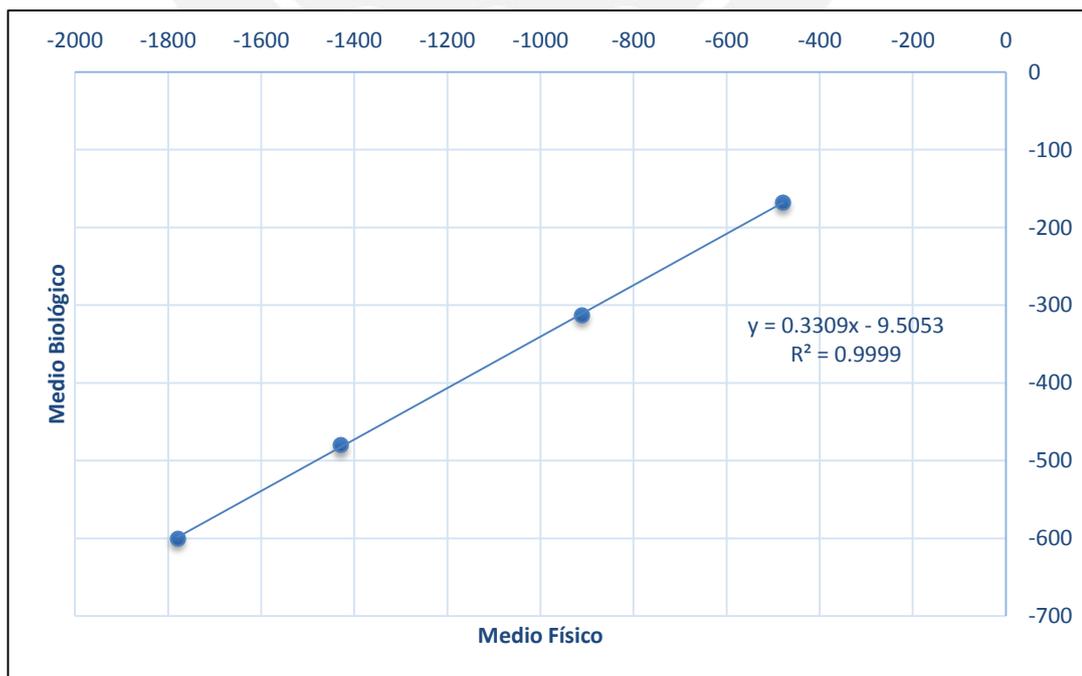
Al final del análisis se puede concluir que es lógico que los impactos a los medios ambientales son directamente proporcionales generando regresiones de tipo lineal.

Tabla N° 46. **Afectación del Medio por Tramo del Proyecto**

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4
Medio Físico	-479	-432	-518	-351
Medio Biológico	-168	-144	-168	-120
Medio Social	42	36	42	30

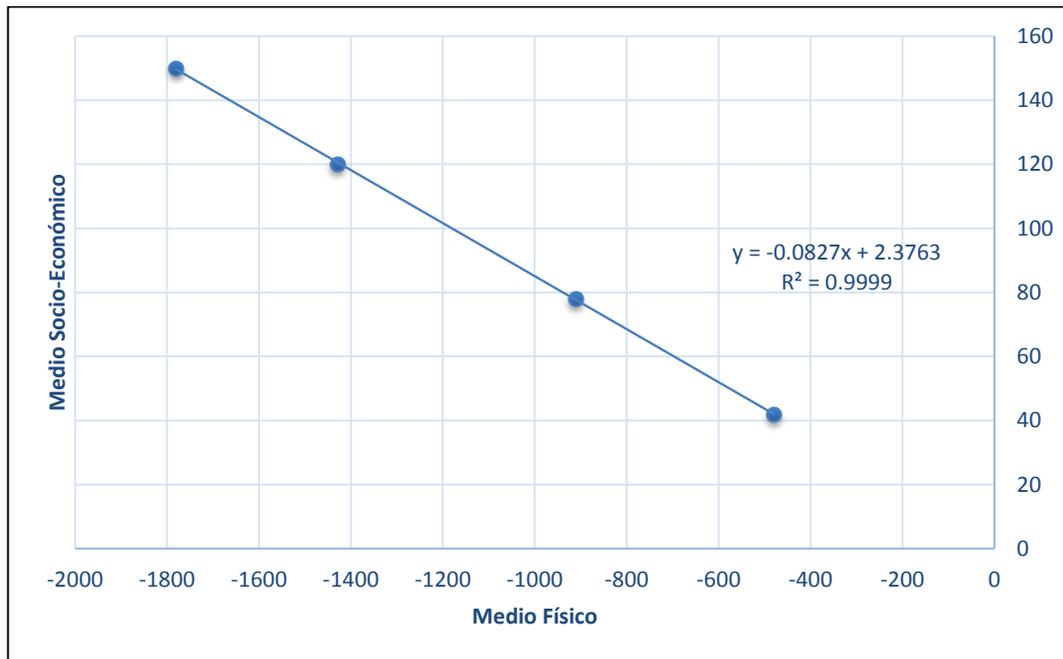
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 49. **Regresión Medio Físico & Medio Biológico**



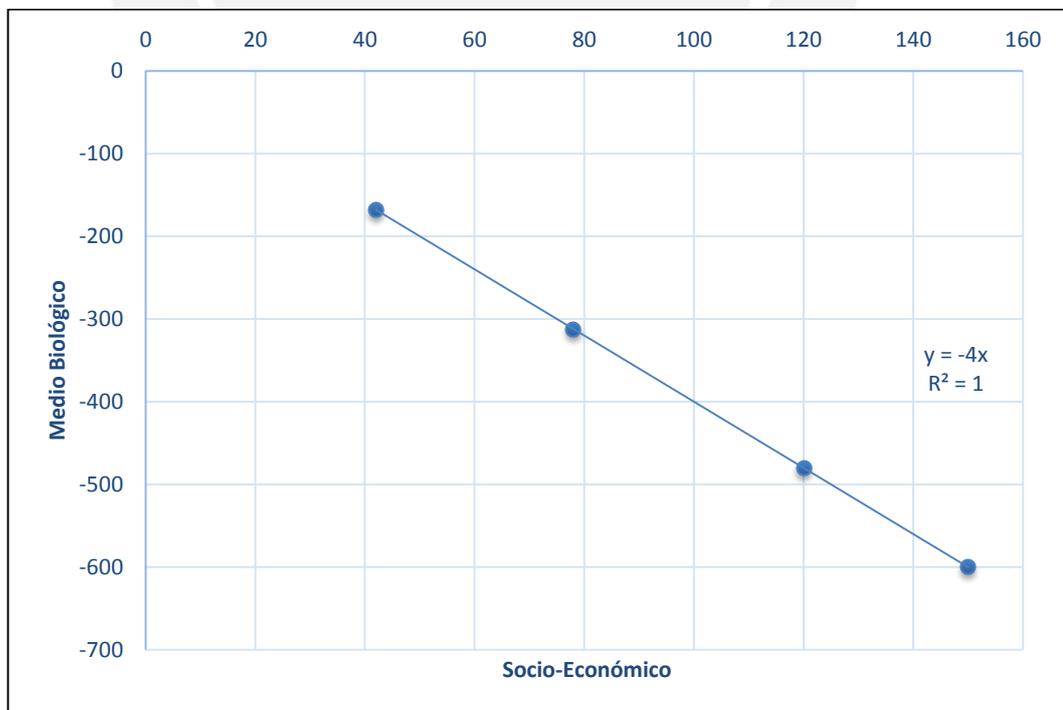
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 50. Regresión Medio Físico & Medio Socio-Económico



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 51. Regresión Medio Socio-Económico & Medio Biológico



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Como consecuencia de la evaluación practicada se puede concluir lo siguiente:

La valoración ambiental cualitativa y multi-criterio ha demostrado ser una metodología aceptable para proyectos viales, pues demuestra según las reglas de decisión empleadas para la interpretación de impactos, que los resultados obtenidos son acordes a los impactos generados en la construcción de una carretera, y no se ha obtenido resultados discrepantes.

Se identificaron a lo largo de la construcción de la carretera, 256 impactos en total en todos los procesos y subprocesos, generados debido a las interacciones de los procesos constructivos con el ambiente. Estos impactos fueron divididos en los 4 tramos analizados por sus características medioambientales. Cada Tramo genera un determinado número de impactos debido a sus características de calidad del medio, ubicación y requerimientos en el proceso constructivo. Para el caso del Tramo 1 se identificaron un total de 70 impactos en todos sus procesos, para el Tramo 2 un total de 62 impactos, para el Tramo 3 un total de 72 impactos y finalmente el Tramo 4 con 52 impactos en sus diferentes procesos. Básicamente, según los procesos de construcción de cada Tramo, estos impactos en su mayoría fueron los mismos por lo cual se clasificaron en 13 impactos generales.

La mayoría de los impactos valorizados individualmente en el proyecto, resultaron ser moderados. Sin embargo al realizar la valoración final del proyecto por tramos de acuerdo a la jerarquización por importancia de los factores ambientales, la construcción de la carretera, según las reglas de decisión, se obtuvo Muy Significativo para el Tramo 4, Significativo para los Tramos 1 y 2, y finalmente Moderado para el Tramo 3.

6.2 RECOMENDACIONES

Se plantea algunas recomendaciones:

Para este tipo de proyectos podría ser recomendable, además de un análisis cualitativo, realizar un análisis cuantitativo para obtener resultados más precisos y fácilmente identificables en cada proceso constructivo del proyecto.

La identificación de los impactos se ha realizado de forma general, por ello, se podría realizar un análisis más detallado por cada proceso y subproceso para mejorar la identificación y sincerar los impactos generados.

El análisis en 4 Tramos del proyecto generó resultados aceptables; sin embargo, se

puede aplicar el análisis identificando a lo largo del proyecto mayor número de Tramos y tener valoraciones a mayor detalle y en consecuencia verificar el nivel de impacto con mayor diferenciación en los tramos, según las reglas de decisión aplicadas. Además de obtener mejor representación en las curvas de regresión entre los medios físico, biológico y social, para observar mejor la interacción y tendencia entre ellos.



BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial. (2010). *Desarrollo y cambio climático*. Washington D.C.: Banco Mundial, Mundi Prensa.
- BID. (2002). *Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. . Santiago de Chile: BID.
- Canter, L. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: McGraw Hill.
- CESEL. (2012). "*Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 138 kV SE Macusani – SE Corani*". Lima.
- Collazos, J. (2009). *Manual de Evaluación Ambiental de Proyectos*. Lima: San Marcos.
- CONAM. (1999). *Principios de Evaluación de Impacto Ambiental*. Lima: CONAM.
- Conesa, V. (2010). *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Defilippi, M. (2014). *Identificación de proyectos de los subsectores de edificaciones y saneamiento posibles de ser excluidos del SEIA*. Lima: MVCS.
- Dueñas, A; Ramírez, V y M, Defilippi. (2012). *Temas de ingeniería y gestión ambiental*. Lima: PUCP-Publicaciones para la docencia.
- Dueñas. A, Ramirez. V, y M. Defilippi. (2012). Evaluación de impacto ambiental y la industria de la construcción. *Construcción Integral*, 5(14), 9-12.
- Espinoza G. (2006). *Gestión y fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile: BID-CED.
- Gómez Orea, D. (2007). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Ingeniería Bear Creek Mining. (2012). *Desarrollo de Ingeniería del Acceso Principal del Proyecto Corani*. Lima.
- ISO. (2004). *NTP-ISO 14001*. Lima: Indecopi.
- Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Madrid: Mac Graw Hill.
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A Procedure for Evaluating Environmental Impact. . *Geological Survey Circular 645*.
- Morrison A y J Bailey. (2003). Practitioner Perspectives on the Role of Science in Environmental Impact Assessment. *Environment Management*. Vol 31. N° 6., 683-695.
- NTP-ISO14001. (2004). *Sistemas de Gestión Ambiental*. Lima. Obtenido de <http://blog.pucp.edu.pe/blog/alessandra/page/3>

Rabal Duran, J. (2002). La Evaluación de Impacto Ambiental se Amplia Como Herramienta de Prevención. *Impacto Ambiental*, 21-25.

SEIA. (s.f.). *Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*. Obtenido de MINAM: www.minam.gob.pe

