MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS



NOMBRE DEL PROYECTO:

EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS EN EL CAUCE DEL RÍO MOLINO, PARAJE RIO MOLINO, EN EL MUNICIPIO DE NUEVO ZOQUIAPAM, DISTRITO DE IXTLÁN, EN EL ESTADO DE OAXACA.

CAPÍTULO I	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	(Pág. 1)
CAPÍTULO II	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	(Pág. 35)
CAPÍTULO III	DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA	(Pág. 76)
CAPÍTULO IV	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN	(Pág. 140)
ANEXOS		

CAPÍTULO I
DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO I
DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

"Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Rio Molino, en el municipio de Nuevo Zoquiapam, Distrito de Ixtlán, en el Estado de Oaxaca"

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social: Comunidades de Bienes Comunales Zoquiapam

[redacted]

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal: C. Mario Tomás Hernández Cuevas Presidente del Comisariado de Bienes Comunales y representante legal de la Comunidad de Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam.

[redacted]

I.2.6. Dirección del promovente para recibir y oír notificaciones:

[redacted]

I.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1. Nombre o razón social: Yazmin Pérez Alavez

[redacted]

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio: Yazmin Pérez Alavez

[redacted]

I.3.6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio: 12710948

I.3.7. Dirección del responsable del estudio:

[redacted]

Lo testado corresponde al RFC, CURP, domicilio, teléfono y correo electrónico datos personales con fundamento en el primer párrafo del artículo 115 y 120 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se localizará en el sureste de la República Mexicana, en el estado de Oaxaca, dentro de la región de Valles Centrales, el estado de Oaxaca colinda al norte con Veracruz y Puebla, al este con Chiapas, al sur con el Océano Pacífico y al oeste con Guerrero, la ubicación del estado en el contexto nacional se presenta en las Figuras I.1 y I.2.

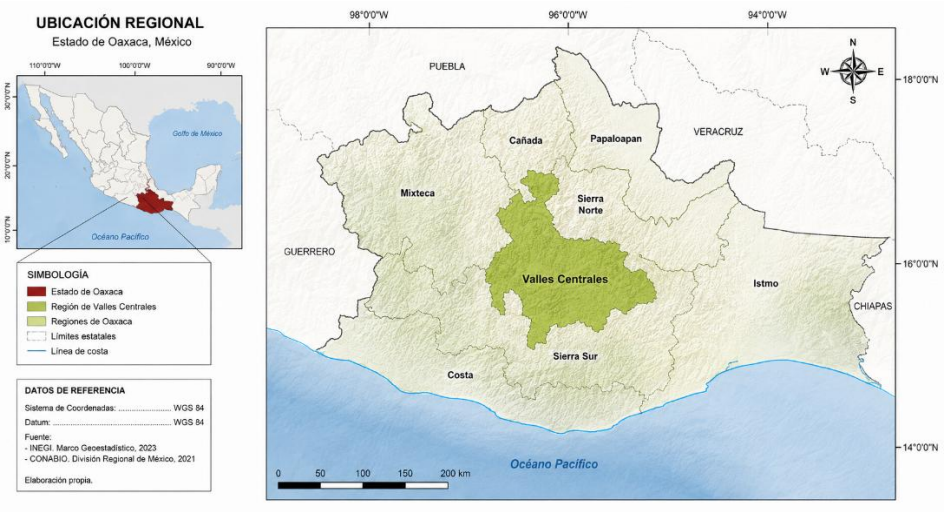


Figura I.1. Macro localización del proyecto en el estado de Oaxaca, México

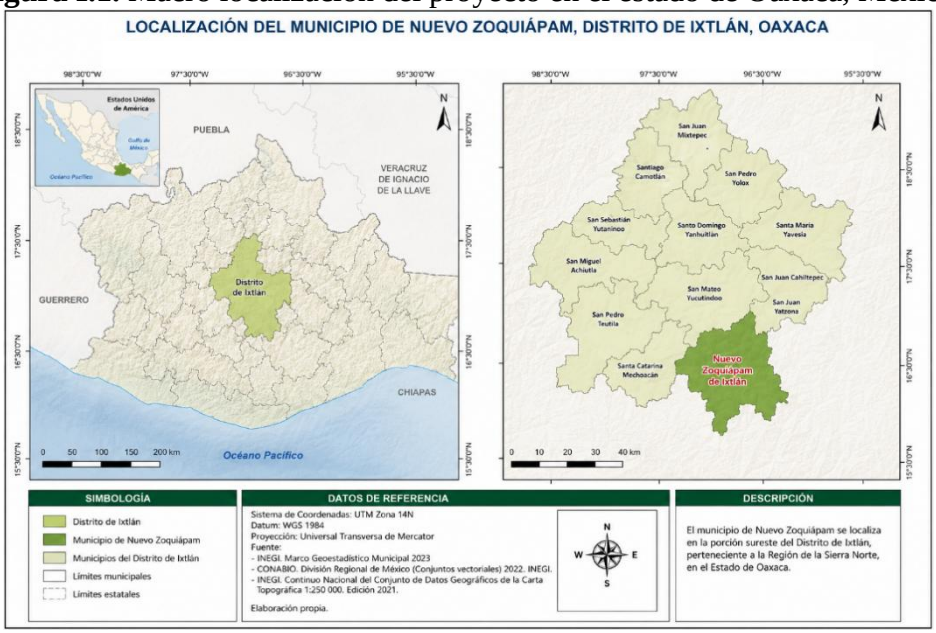


Figura I.2. Microlocalización del proyecto en el municipio de Nuevo Zoquiápam, Oaxaca

El proyecto se llevará a cabo en el municipio de Nuevo Zoquiápam, perteneciente al Distrito de Ixtlán en el Estado de Oaxaca, tal como se presenta en la Figura I.3.

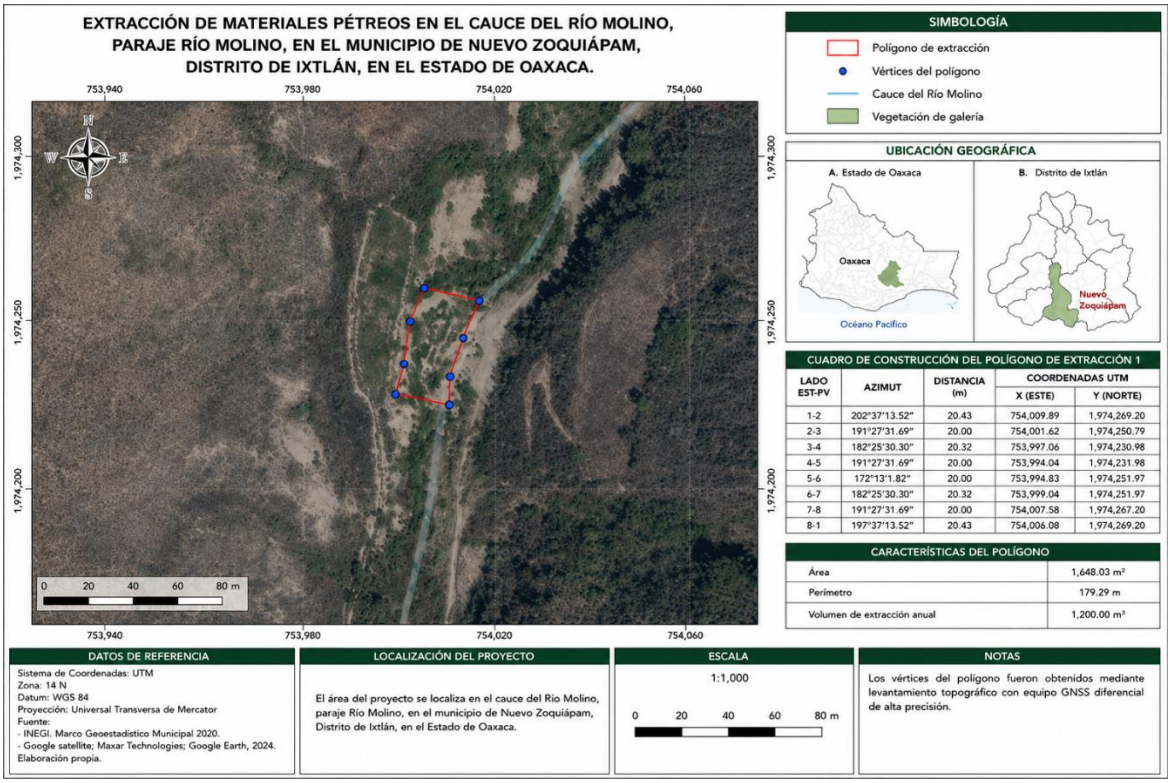


Figura I.3. Ubicación del proyecto: Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Rio Molino, en el municipio de Nuevo Zoquiapam, Distrito de Ixtlán, en el Estado de Oaxaca

Las coordenadas del polígono del proyecto denominado: Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Rio Molino, en el municipio de Nuevo Zoquiapam, Distrito de Ixtlán, en el Estado de Oaxaca, se presentan en la Tabla I.1. y el resumen de sus características se presentan en la Tabla I.2.

Tabla I.1. Coordenadas del polígono de extracción del proyecto

Lado (EST-PV)	Azimut	Distancia (m)	Este (X)	Norte (Y)	Convergencia
1-2	205°27'51.53"	20.62	754,009.89	1,916,240.38	-0°42'42.295122"
2-3	191°25'41.06"	20.00	754,001.02	1,916,221.77	-0°42'42.179375"
3-4	182°53'50.30"	20.22	753,997.06	1,916,202.16	-0°42'42.111600"
4-5	281°25'41.06"	28.00	753,996.04	1,916,181.97	-0°42'42.072610"
5-6	11°25'41.06"	20.00	753,968.59	1,916,187.51	-0°42'41.803971"
6-7	02°53'50.30"	20.22	753,972.56	1,916,207.12	-0°42'41.871741"
7-8	19°57'31.81"	20.22	753,973.58	1,916,227.31	-0°42'41.910730"
8-1	101°25'41.06"	30.00	753,980.48	1,916,246.32	-0°42'42.007286"

Tabla I.2. Resumen de las características geométricas

Parámetro	Valor
Área del polígono	1,640.00 m²
Perímetro	179.29 m
Volumen anual de extracción	1,200.00 m³

Fuente: Elaboración propia con base en el levantamiento topográfico del proyecto.

Se anexa archivo en KML y en Excel de las coordenadas.

I.5. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

El proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, en el municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, Estado de Oaxaca" consiste en el aprovechamiento de los materiales pétreos de origen aluvial que se encuentran depositados en el cauce, para ello se definió un polígono de extracción mediante levantamiento topográfico, cuyas coordenadas se presentan en la Tabla I.1, esta delimitación permitirá mantener las actividades dentro de una superficie específica y facilitará el control de los volúmenes y profundidades de extracción durante la operación.

Es importante mencionar que el sitio presenta antecedentes de aprovechamiento, de acuerdo con la información recabada en la comunidad, entre enero de 2021 y julio de 2023 se realizaron extracciones de materiales pétreos por terceros ajenos al actual promovente, sin haber contado con las autorizaciones correspondientes, actualmente no se cuenta con información suficiente para determinar quiénes realizaron dichas actividades o si pertenecían o no a la comunidad; sin embargo, se tiene conocimiento de que estas extracciones no fueron promovidas ni ejecutadas por el Comisariado de Bienes Comunales que actualmente presenta el proyecto.

Las extracciones anteriores cesaron en julio de 2023 y, desde entonces, el sitio ha permanecido sin aprovechamiento de materiales pétreos, durante este periodo el río ha continuado con su dinámica natural, particularmente durante las temporadas de lluvia, cuando aumenta el escurrimiento y se presentan procesos de erosión, transporte y depósito de sedimentos, también se ha observado el establecimiento de vegetación herbácea en algunos sectores de los depósitos aluviales y en zonas donde existe mayor humedad.

El aprovechamiento que ahora se propone será promovido por la Comunidad de Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, a través de su representación comunal, y las actividades iniciarán únicamente después de contar con las autorizaciones correspondientes, para ello se tramita la autorización en materia de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y el título de concesión correspondiente ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de esta forma, las actividades estarán sujetas a las superficies, volúmenes, profundidades y demás condiciones que determinen las autoridades competentes.

La superficie propuesta para el aprovechamiento es de 1,640.00 m² (0.1640 ha), con un perímetro de 179.29 m, dentro de este polígono se realizarán las actividades de extracción, acondicionamiento temporal, carga y retiro del material, no se contempla realizar actividades fuera de estos límites, el volumen máximo considerado es de 1,200.00 m³ anuales.

De acuerdo con el estudio hidráulico elaborado para el sitio, el polígono se localiza aproximadamente entre los cadenamientos 0+220 y 0+280, para este tramo se determinaron diferentes profundidades de aprovechamiento en función de las características del fondo del cauce, estableciéndose una profundidad máxima de extracción de 0.30 m.

La extracción se realizará principalmente con retroexcavadora hidráulica, una vez retirado del depósito aluvial, el material podrá permanecer temporalmente dentro del área de trabajo para permitir el escurrimiento del agua retenida; posteriormente será cargado en camiones de volteo y trasladado hacia los sitios donde será utilizado, no se contempla la construcción de edificaciones, cimentaciones u otro tipo de infraestructura permanente dentro del cauce.

Para sustentar las características y dimensiones propuestas se elaboraron los Estudios Topográfico, Hidrológico e Hidráulico, mismos que se integran como anexos de la Manifestación de Impacto Ambiental, estos estudios permitieron conocer la configuración del cauce, las características de la cuenca de aportación y las condiciones hidráulicas existentes en el tramo donde se pretende realizar el aprovechamiento.

Durante la operación se llevará un control de la superficie intervenida, los volúmenes extraídos y las profundidades alcanzadas, también se aplicarán las medidas ambientales establecidas en esta Manifestación así como con las condicionantes establecidas por las dependencias competentes, principalmente aquellas relacionadas con la conservación de la vegetación aledaña al sitio autorizado, el manejo de residuos, el mantenimiento preventivo de la maquinaria y la limpieza del área de trabajo, al finalizar las actividades se retirará la maquinaria y cualquier elemento utilizado durante la operación, dejando el sitio libre de residuos y de materiales ajenos al cauce.

Área para almacenamiento temporal de insumos

El proyecto no requerirá la habilitación de espacios destinados al almacenamiento temporal o permanente de insumos, materiales o sustancias potencialmente peligrosas dentro del polígono de extracción, por lo que, no se mantendrán reservas de combustibles, aceites, lubricantes o cualquier otro producto químico en el sitio de trabajo, el suministro de combustible para la maquinaria y los vehículos de apoyo se efectuará directamente en estaciones de servicio autorizadas ubicadas en las inmediaciones del proyecto, medida que permitirá reducir los riesgos asociados al almacenamiento de sustancias inflamables y prevenir posibles afectaciones al suelo o a los recursos naturales.

Infraestructura de apoyo para el personal

Debido a que la totalidad del personal operativo será contratada en localidades cercanas al área del proyecto, no será necesaria la construcción o instalación de campamentos, dormitorios, comedores u otras instalaciones temporales de apoyo, cabe mencionar que, los trabajadores efectuarán traslados diarios entre sus lugares de residencia y el sitio de extracción, por lo que el proyecto no demandará infraestructura adicional para alojamiento o alimentación, evitando con ello la ocupación de nuevas superficies y la generación de impactos ambientales asociados a este tipo de instalaciones.

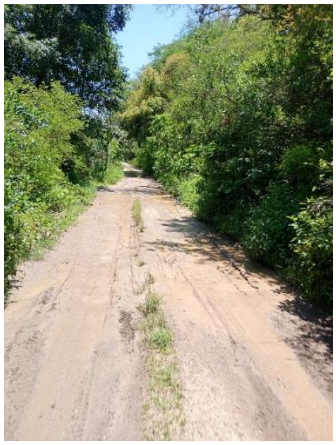
Infraestructura de acceso al proyecto

Las actividades se desarrollarán utilizando el camino existente que comunica con el área de extracción, el cual reúne las condiciones operativas necesarias para el tránsito de maquinaria pesada, vehículos de carga y unidades de apoyo, debido a esto, no será necesaria la construcción, ampliación o rehabilitación de la vía de acceso, evitando modificaciones sobre la cobertura vegetal en dicha vía de acceso, movimientos adicionales de tierra o alteraciones en la configuración natural del terreno, en la Tabla I.3 se presentan las coordenadas

expresadas en el sistema Universal Transverse Mercator (UTM), correspondientes a la Zona 14, Banda Q, con datum de georreferenciación WGS84, equivalente a ITRF92 de la vía de acceso existente para el lugar del proyecto y en las Fotografías 1 a 3 sus condiciones actuales.

Tabla I.3. Coordenadas de la vía de acceso existente

Punto	X	Y
1	753026.00	1913353.00
2	753062.00	1913507.00
3	753171.00	1913456.00
4	753139.00	1913628.00
5	753087.00	1913794.00
6	753218.00	1913898.00
7	753291.00	1913658.00
8	753426.00	1913964.00
9	753328.00	1914134.00
10	753118.00	1914132.00
11	753364.00	1914226.00
12	753195.00	1914281.00
13	753436.00	1914475.00
14	753443.00	1914716.00
15	753263.00	1914828.00
16	753511.00	1914875.00
17	753565.00	1915009.00
18	753690.00	1915166.00
19	753769.00	1915338.00
20	753792.00	1915485.00
21	753828.00	1915636.00
22	753893.00	1915741.00
23	753925.00	1915936.00
24	753999.00	1916098.00
25	754011.00	1916197.00



Fotografía 1. Condiciones actuales del camino de acceso existente



Fotografía 2. Estado actual de la vía de acceso existente



Fotografía 3. Estado actual de la vía de acceso existente

Sistema para el manejo temporal de residuos sólidos

Con el propósito de asegurar un manejo ambientalmente adecuado de los residuos sólidos no peligrosos generados durante las diferentes etapas del proyecto, se implementará un sistema de almacenamiento temporal mediante recipientes metálicos con capacidad de 200 litros, provistos de tapa e identificados de acuerdo con el tipo de residuo a contener, los contenedores serán distribuidos estratégicamente en los frentes de trabajo para facilitar la segregación, el almacenamiento temporal y la recolección de los residuos, los cuales serán recolectados de manera diferenciada y trasladados para su disposición conforme a los servicios municipales o sitios autorizados, garantizando el cumplimiento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y demás disposiciones aplicables.

Instalaciones para mantenimiento de maquinaria y equipo

El proyecto no contempla la construcción de talleres o infraestructura destinada al mantenimiento de maquinaria y equipo dentro del área de extracción, las actividades de conservación, reparación y mantenimiento preventivo o correctivo serán realizadas en

talleres mecánicos ubicados fuera del sitio del proyecto, únicamente en caso de presentarse fallas menores que requieran atención inmediata en el frente de trabajo, las reparaciones se efectuarán aplicando medidas de control ambiental, mediante el uso de charolas de contención o superficies impermeables que impidan el contacto de combustibles o lubricantes con el suelo, asegurando además la recolección inmediata de los residuos generados para su posterior manejo y disposición conforme a la legislación ambiental vigente, en la Tabla I.4 se presentan las características específicas del proyecto.

Tabla I.4. Características del proyecto

Parámetro	Valor
Área del polígono	1,640.00 m²
Perímetro	179.29 m
Volumen anual de extracción	1,200.00 m³

I.5.1. Obras temporales

El proyecto no contempla la construcción, instalación o habilitación de obras temporales, debido a la naturaleza de las actividades que integran el aprovechamiento de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, las operaciones de extracción se realizarán directamente dentro del polígono autorizado, mediante el empleo de maquinaria móvil, sin requerir campamentos, oficinas provisionales, almacenes, patios de maniobras, talleres, plantas de trituración, plantas de concreto, instalaciones para mantenimiento de maquinaria, infraestructura de servicios o cualquier otra obra de carácter temporal.

Asimismo, el personal operativo se trasladará diariamente desde la cabecera municipal y localidades cercanas, por lo que no será necesario establecer áreas destinadas al alojamiento de trabajadores, de igual forma, el abastecimiento de combustibles, lubricantes e insumos se realizará fuera del sitio del proyecto, al igual que el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, evitando la instalación de infraestructura auxiliar dentro del área de aprovechamiento.

En virtud de lo anterior, no se prevé la ejecución de obras temporales durante ninguna de las etapas del proyecto, toda vez que las actividades programadas pueden desarrollarse utilizando exclusivamente maquinaria móvil y la infraestructura existente, sin modificar las condiciones físicas del sitio más allá de las actividades inherentes al aprovechamiento autorizado de materiales pétreos.

Cabe mencionar que, la selección del sitio destinado al aprovechamiento de materiales pétreos se realizó conforme a un proceso de evaluación integral en el que se consideraron variables ambientales, técnicas y socioeconómicas, con la finalidad de identificar un área que permitiera desarrollar el proyecto bajo criterios de viabilidad ambiental, factibilidad operativa y beneficio social, procurando minimizar los impactos potenciales y garantizar la compatibilidad de las actividades con la normatividad ambiental vigente.

El análisis incluyó la revisión de las características geomorfológicas e hidráulicas del cauce, la disponibilidad del recurso pétreo, las condiciones de accesibilidad, la existencia de infraestructura susceptible de afectación, la compatibilidad con los instrumentos de planeación ambiental y territorial, así como los beneficios económicos esperados para la

población local, como resultado de este análisis, se determinó que el sitio propuesto reúne las condiciones necesarias para desarrollar el proyecto de manera ambientalmente viable, los criterios considerados se presentan en la Tabla I.5.

Tabla I.5. Criterios considerados para la selección del sitio del proyecto

Criterios ambientales	Criterios técnicos	Criterios socioeconómicos
El polígono del proyecto no se localiza dentro de Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, estatal o municipal, ni afecta directamente zonas sujetas a algún régimen especial de conservación.	El sitio cuenta con caminos de acceso existentes, por lo que no será necesaria la apertura de nuevos caminos o brechas que impliquen afectaciones adicionales al entorno natural.	El proyecto favorecerá la generación de empleos temporales para habitantes del municipio de Nuevo Zoquiápam y localidades cercanas durante la etapa de operación.
El área de aprovechamiento si presenta coincidencia espacial con el Área de Importancia para la Conservación de las Aves No. 11 "Sierra Norte", asimismo con la Región Terrestre Prioritaria No. 130 "Sierras del Norte de Oaxaca–Mixe", no obstante, se implementarán medidas de prevención y mitigación para proteger la flora y fauna presentes en el área de influencia.	Las condiciones de accesibilidad permiten el ingreso seguro de maquinaria y vehículos de carga, favoreciendo la continuidad de las operaciones durante la vida útil del proyecto.	La extracción de materiales pétreos permitirá abastecer de agregados pétreos a obras de infraestructura y construcción en la región, contribuyendo al desarrollo económico local.
Las actividades se desarrollarán exclusivamente dentro del polígono autorizado ubicado en el cauce federal del Río Molino, evitando la remoción innecesaria de vegetación ribereña y la alteración de áreas adyacentes.	El tramo seleccionado presenta condiciones geomorfológicas adecuadas para el aprovechamiento del material aluvial, con depósitos naturales que permiten su extracción mediante maquinaria convencional sin requerir obras hidráulicas permanentes.	La disponibilidad del recurso pétreo en las inmediaciones reduce las distancias de transporte hacia los centros de consumo, disminuyendo tiempos de traslado y costos de operación.
El sitio presenta acumulaciones naturales de material pétreo producto de la dinámica fluvial del río, permitiendo su aprovechamiento sin modificar permanentemente la morfología del cauce ni el régimen hidrológico.	Dentro del área de influencia inmediata no existen puentes, presas, bordos de protección, cruces subfluviales, líneas de conducción o infraestructura hidráulica que pudiera verse afectada por las actividades	El proyecto generará una derrama económica indirecta mediante la contratación de servicios locales, adquisición de insumos y demanda de actividades complementarias.

Criterios ambientales	Criterios técnicos	Criterios socioeconómicos
	de extracción.	
El proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental orientadas a proteger la calidad del agua, el suelo, la vegetación ribereña y la fauna silvestre durante todas las etapas de ejecución.	La delimitación del área de extracción y el volumen de aprovechamiento fueron definidos con base en las condiciones físicas del sitio y en los estudios técnicos que sustentan la solicitud de autorización, evitando riesgos de inestabilidad del cauce o procesos erosivos.	La cercanía del sitio con la cabecera municipal facilita la supervisión del proyecto, reduce tiempos de traslado y optimiza las actividades operativas, sin generar conflictos significativos con los asentamientos humanos.
El proyecto es compatible con la Unidad Ambiental Biofísica 70 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, atendiendo las estrategias aplicables en materia de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	El aprovechamiento se realizará mediante maquinaria móvil, sin requerir infraestructura permanente, plantas de trituración, campamentos o instalaciones auxiliares dentro del cauce federal.	El proyecto constituye una alternativa para aprovechar racionalmente un recurso natural de interés económico, contribuyendo al desarrollo productivo de la comunidad bajo criterios de sustentabilidad ambiental.

I.6. INDICAR LOS TIPOS DE OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO CONFORME AL ARTÍCULO 5 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

El reglamento de la ley General del Equilibrio Ecológico que a letra dice:

Artículo 5º.- *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o ***zonas federales:***

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley y que de acuerdo con la Ley de Pesca y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

El proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino,

paraje Río Molino, en el municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, en el Estado de Oaxaca", tiene como propósito el aprovechamiento controlado de materiales pétreos localizados en el cauce del Río Molino, razón por la cual las actividades se desarrollarán dentro de un cauce de jurisdicción federal y de su correspondiente zona federal, por lo que se determina la competencia de la Federación para la evaluación del impacto ambiental, siendo aplicable el supuesto previsto en el inciso R del artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual establece que las obras y actividades que se pretendan desarrollar en ríos y sus zonas federales deberán sujetarse al procedimiento de evaluación ambiental correspondiente.

La naturaleza jurídica del sitio donde se ejecutará el proyecto se sustenta en las definiciones establecidas en el artículo 3, fracciones XLVII y XLVIII, de la Ley de Aguas Nacionales, ordenamiento que define al río como una corriente natural de agua que escurre de manera permanente o intermitente dentro de un cauce determinado, mientras que la zona federal corresponde a la franja de terreno contigua a los cauces de propiedad nacional cuya administración compete al Ejecutivo Federal por conducto de la Comisión Nacional del Agua, disposiciones que permiten identificar con claridad que el área donde se desarrollará el aprovechamiento forma parte de un bien nacional sujeto al régimen jurídico previsto en dicha legislación.

I.7. INVERSIÓN REQUERIDA

I.7.1. Inversión requerida

La inversión necesaria para la ejecución anual del proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, en el municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, en el Estado de Oaxaca" se estima en $448,000.00 (cuatrocientos cuarenta y ocho mil pesos 00/100 M.N.), monto que comprenderá los gastos asociados con el suministro de combustible para la maquinaria y los vehículos de transporte, el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos, la remuneración del personal operativo, así como la implementación de las medidas de prevención y mitigación ambiental, la supervisión del cumplimiento de las obligaciones derivadas de la autorización en materia de impacto ambiental y una reserva destinada a la atención de contingencias operativas menores, como se presenta en la Tabla I.6.

Tabla I.6. Inversión anual requerida para la operación del proyecto

Concepto	Costo anual ($)
Combustible para camiones de volteo	48,000.00
Combustible para retroexcavadora	65,000.00
Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos	55,000.00
Remuneración del personal operativo	90,000.00
Contratación temporal de sanitario portátil	18,000.00
Aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental	72,000.00
Supervisión ambiental, elaboración de informes y atención de condicionantes	80,000.00
Reserva para contingencias operativas y ambientales menores	20,000.00
Total anual	**448,000.00**

Para una vida útil de cinco años, la inversión operativa acumulada ascendería a $2,240,000.00 (dos millones doscientos cuarenta mil pesos 00/100 M.N.).

a) Inversión y beneficio económico asociado al proyecto

El proyecto considera una inversión anual de $448,000.00, destinada a cubrir los costos asociados con la operación, mantenimiento, personal, medidas ambientales, supervisión y contingencias, para una vida útil de cinco años, la inversión acumulada se estima en $2,240,000.00, el beneficio económico asociado al proyecto se relaciona principalmente con la disponibilidad local de materiales pétreos para obras de infraestructura de beneficio colectivo, lo que permitirá reducir los costos de adquisición y traslado de materiales provenientes de bancos externos, además de favorecer la generación temporal de empleo y la contratación de servicios locales.

b) Costos destinados a las medidas de prevención y mitigación ambiental

Del monto total para la operación anual del proyecto se destinarán $72,000.00 (setenta y dos mil pesos 00/100 M.N.) a la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y, cuando resulte aplicable, compensación ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, recursos que permitirán cubrir la instalación y conservación de señalamientos preventivos, la adquisición y reposición de equipo de protección personal, la colocación de recipientes para el manejo diferenciado de residuos sólidos urbanos, la disponibilidad de materiales para la atención de derrames, el mantenimiento de la vía de acceso, las actividades de limpieza del área de trabajo y las acciones de protección del cauce, el suelo, la vegetación y la fauna presente en el entorno inmediato.

De manera complementaria, se considera un presupuesto anual de $80,000.00 (ochenta mil pesos 00/100 M.N.) para la supervisión ambiental de las actividades, la integración de registros documentales y fotográficos, la elaboración de informes de cumplimiento, el seguimiento de los programas ambientales y la atención de las condicionantes que, en su caso, establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la resolución correspondiente, asignación que permitirá acreditar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante la vigencia del proyecto y aportar los elementos técnicos necesarios para cualquier trámite posterior relacionado con la continuidad de la autorización o de la concesión para el aprovechamiento de materiales pétreos.

c) Superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto

Las actividades previstas para el desarrollo del presente proyecto no implicarán la remoción de vegetación forestal, toda vez que el aprovechamiento de materiales pétreos se realizará sobre depósitos aluviales localizados dentro del cauce federal del Río Molino, los cuales se han formado como resultado de los procesos naturales de erosión, transporte y sedimentación propios de la dinámica hidrológica del sistema fluvial.

Únicamente será necesaria la remoción de vegetación herbácea y gramíneas de carácter secundario y de establecimiento sobre depósitos aluviales, sin que ello implique el derribo de vegetación forestal o la afectación de comunidades forestales.

La remoción de esta vegetación se limitará estrictamente a la superficie indispensable para llevar a cabo las actividades de extracción, procurando conservar la mayor parte de la

cobertura vegetal existente y aplicando las medidas de prevención, mitigación y restauración establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con el propósito de minimizar las afectaciones sobre los componentes bióticos del sitio.

Por lo que, las operaciones previstas no requieren desmontes, despalmes ni la ejecución de actividades que impliquen cambio de uso del suelo, asimismo, el proyecto aprovechará la infraestructura vial existente para el acceso de la maquinaria y los vehículos de transporte, por lo que no será necesaria la apertura de nuevos caminos, brechas o accesos.

d) Superficie destinada a obras permanentes

El proyecto no contempla la construcción de infraestructura permanente, debido a que las actividades se limitarán exclusivamente al aprovechamiento de materiales pétreos depositados naturalmente dentro del cauce federal del Río Molino mediante el empleo de maquinaria móvil.

Durante la vida útil del proyecto no se construirán edificios, oficinas, almacenes, patios de maniobras, talleres, plantas de trituración, plantas de beneficio, campamentos, instalaciones para almacenamiento de combustibles ni cualquier otro tipo de infraestructura fija que modifique de manera permanente las condiciones físicas del sitio.

El mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria se efectuará fuera del área de extracción, en talleres mecánicos para tal fin, evitando la instalación de infraestructura auxiliar dentro del polígono del proyecto y reduciendo el riesgo de contaminación del suelo o del cuerpo de agua.

Por lo que, la superficie destinada a obras permanentes es igual a 0.00 m², ya que todas las actividades se desarrollarán utilizando maquinaria móvil y la vía de acceso existente, sin requerir construcciones adicionales.

I.7.2. Uso actual del suelo y cuerpos de agua en el sitio del proyecto y sus colindancias

Con base en la interpretación de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), complementada con recorridos de verificación en campo e imágenes satelitales recientes, se determinó que el polígono del proyecto se localiza dentro del cauce federal del Río Molino, el cual constituye el área donde se han acumulado depósitos aluviales integrados por arenas, gravas y fragmentos rocosos que representan el recurso natural objeto del presente aprovechamiento.

Las áreas adyacentes al cauce conservan la cobertura vegetal característica de la región, integrada principalmente por comunidades forestales propias de la Sierra Norte de Oaxaca, de manera complementaria, en el entorno inmediato existen caminos rurales y superficies utilizadas para actividades productivas tradicionales, sin que el proyecto implique modificaciones sobre dichos usos del suelo, toda vez que las actividades de extracción permanecerán confinadas al polígono autorizado.

El cuerpo de agua donde se desarrollará el proyecto corresponde al Río Molino, corriente superficial de jurisdicción federal cuya dinámica hidrológica favorece de manera continua

la erosión, transporte y deposición natural de materiales pétreos. Estas condiciones geomorfológicas permiten la formación periódica de bancos aluviales susceptibles de aprovechamiento, sin que ello implique la necesidad de modificar el régimen hidráulico o la configuración natural del cauce.

Las actividades propuestas consistirán únicamente en la extracción del material pétreo acumulado naturalmente dentro del polígono autorizado, respetando la profundidad máxima de extracción establecida en la opinión técnica correspondiente y evitando la construcción de obras de encauzamiento, canalización, represamiento, rectificación o cualquier otra infraestructura que altere el comportamiento hidráulico del río.
Asimismo, durante la operación del proyecto se implementarán medidas de manejo ambiental orientadas a prevenir la contaminación del cuerpo de agua, entre las que destacan la prohibición de realizar mantenimiento de maquinaria dentro del cauce, el abastecimiento de combustibles fuera del área de extracción, el manejo adecuado de residuos sólidos, así como la atención inmediata de cualquier contingencia ambiental que pudiera presentarse durante la ejecución de las actividades, el proyecto aprovechará el camino de acceso existente, evitando la apertura de nuevas vías de comunicación o la ocupación de superficies adicionales, lo que contribuye a minimizar las alteraciones sobre el suelo, la vegetación y los ecosistemas circundantes, las condiciones del sitio se muestran en las Fotografías 4 a 8.



Fotografía 4. Vista general del polígono propuesto para el aprovechamiento de materiales pétreos, donde se observan los depósitos aluviales presentes en el lecho del Río Molino y la vegetación ubicada en sitios aledaños



Fotografía 5. Distribución natural de los materiales pétreos dentro del área de extracción propuesta, apreciándose la configuración geomorfológica del cauce y la delimitación natural del polígono de aprovechamiento



Fotografía 6. Condiciones actuales del cauce del Río Molino, donde se aprecia la acumulación natural de materiales pétreos producto de los procesos de transporte y sedimentación fluvial.



Fotografía 7. Vista de las condiciones de los predios colindantes al sitio de proyecto



Fotografía 8. Camino de acceso existente al sitio del proyecto, el cual será utilizado durante la operación sin requerir ampliaciones o la apertura de nuevas vías de comunicación

I.8. DURACIÓN DEL PROYECTO

I.8.1. Programa general de trabajo

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo mediante una secuencia ordenada de actividades distribuidas en las etapas de preparación del sitio, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono y restauración, las cuales se ejecutarán de manera progresiva durante la vigencia de las autorizaciones que, en su oportunidad, emitan la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Las actividades de aprovechamiento de materiales pétreos se realizarán considerando el comportamiento hidrológico estacional del Río Molino, por lo que durante la temporada de lluvias, comprendida generalmente entre los meses de junio y octubre, la extracción podrá disminuir temporalmente o suspenderse cuando las condiciones hidráulicas, de seguridad o de acceso no permitan el desarrollo seguro de las operaciones, esta medida tiene como finalidad proteger la integridad del personal, preservar las condiciones naturales del cauce y evitar riesgos asociados al incremento del caudal durante los eventos de precipitación.

Es importante recalcar que, el material pétreo obtenido será utilizado exclusivamente en obras de infraestructura de beneficio colectivo dentro del municipio de Nuevo Zoquiápam, tales como la construcción, rehabilitación y mantenimiento de caminos artesanales, caminos rurales, vialidades y demás obras comunitarias que requieran este tipo de material.

Las actividades previstas para cada etapa del proyecto se describen en la Tabla I.7.

Tabla I.7. Programa general de trabajo del proyecto

Etapa	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Preparación del sitio	Delimitación del polígono autorizado																
	Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento, en caso de ser necesario																
	Limpieza del sitio del proyecto																
	Instalación de letreros y señalamientos en el área autorizada																
Operación	Extracción de materiales pétreos mediante maquinaria																
	Colocación temporal del material pétreo sobre la propia playa del río																
	Carga del material en camiones de volteo																

	Transporte del material hacia los sitios donde será utilizado																
	Aplicación permanente de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental																
Mantenimiento	Conservación del camino de acceso existente																
	Mantenimiento preventivo de maquinaria fuera del área del proyecto																
	Manejo integral de residuos y limpieza del área de trabajo																
	Supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales																
Abandono y restauración	Retiro de maquinaria y equipo																
	Limpieza general del sitio																
	Verificación final de las condiciones ambientales del sitio																

De acuerdo con el programa general de trabajo, las actividades de preparación del sitio se realizarán previamente al inicio del aprovechamiento, las actividades de extracción de materiales pétreos, colocación temporal, carga y transporte se desarrollarán conforme a la programación establecida, considerando que durante los meses 8, 9 y 10 el aprovechamiento de material pétreo se realizará a menor escala, las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental, así como las actividades de mantenimiento, se aplicarán conforme al desarrollo de las actividades programadas, al término de la vida útil del proyecto se realizarán las actividades correspondientes al abandono y restauración del sitio.

Asimismo, el inicio de las actividades estará condicionado a la obtención de las autorizaciones, permisos y títulos que, conforme a la legislación aplicable, deban emitir las autoridades competentes, unna vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la SEMARNAT y el correspondiente título de concesión o permiso emitido por la CONAGUA, al concluir la vida útil autorizada, o en caso de que las actividades cesen de manera definitiva, se procederá al retiro de la maquinaria y de cualquier elemento temporal utilizado durante la operación, efectuándose la limpieza del área de trabajo y la restauración de los sitios que, en su caso, hubieran sido objeto de intervención temporal, en el supuesto de que la Comunidad de Bienes Comunales requiera continuar con el aprovechamiento del material pétreo una vez concluida la vigencia de las autorizaciones correspondientes, deberán gestionarse previamente las autorizaciones y permisos que establezca la legislación ambiental y de aguas nacionales vigente.

I.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO

I.9.1. Preparación del sitio

Delimitación del polígono autorizado

Previo al inicio de las actividades de aprovechamiento, y una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como el título de concesión que, en su caso, corresponda emitir a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para el aprovechamiento de materiales pétreos, se realizará la delimitación física del polígono autorizado, para ello se utilizarán puntos de referencia claramente identificables en campo, establecidos con base en las coordenadas y vértices definidos mediante el levantamiento topográfico y la información georreferenciada del proyecto.

La delimitación permitirá reconocer con precisión la superficie autorizada y establecer un control espacial de las actividades, de manera que el ingreso de maquinaria, las maniobras y el aprovechamiento de los depósitos aluviales se realicen exclusivamente dentro de los límites establecidos, asimismo, se evitará la ampliación de las áreas de trabajo hacia las márgenes del cauce o hacia superficies no contempladas para el desarrollo del proyecto.

Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento

Con el propósito de reducir la probabilidad de afectaciones sobre la fauna presente en el área de influencia del proyecto, previo y durante el desarrollo de las actividades de extracción se efectuarán recorridos sistemáticos de inspección para identificar la presencia de especies con movilidad limitada o individuos que pudieran encontrarse dentro del polígono de trabajo, cuando se detecte fauna susceptible de ser afectada, se realizarán acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación hacia sitios con condiciones ecológicas similares ubicados fuera del área de intervención, paralelamente, se colocará señalización preventiva e informativa en puntos estratégicos con la finalidad de sensibilizar al personal operativo, restringir actividades que representen un riesgo para la fauna y favorecer la conservación de las especies presentes en el entorno.

Limpieza del sitio del proyecto

Una vez delimitado el polígono, se realizará una limpieza únicamente en aquellos sectores donde resulte necesaria para permitir el desarrollo de las actividades, esta acción comprenderá exclusivamente la remoción puntual de vegetación herbácea de carácter secundario y distribución dispersa, establecida principalmente sobre depósitos aluviales y superficies temporalmente estabilizadas dentro del área de aprovechamiento.

Instalación de letreros y señalamientos en el área autorizada

Una vez delimitado físicamente el polígono autorizado, se procederá a la instalación de letreros informativos, preventivos y restrictivos en puntos estratégicos del área de trabajo y del camino de acceso, con la finalidad de identificar claramente la zona autorizada, advertir sobre la presencia y operación de maquinaria y establecer medidas básicas de seguridad para trabajadores y personas que transiten en las inmediaciones, los señalamientos se colocarán únicamente en los sitios necesarios, evitando obstruir el cauce, las rutas naturales de escurrimiento ni las áreas de tránsito de fauna, incluirán indicaciones relacionadas con la restricción de acceso a personal no autorizado, límites de velocidad, precaución por

maquinaria en operación, prohibición de tirar residuos, realizar quemas, capturar o molestar fauna silvestre y efectuar actividades fuera del polígono autorizado.

I.9.2. Construcción

La naturaleza y características operativas del proyecto hacen innecesaria la ejecución de obras civiles como parte de su implementación, toda vez que el aprovechamiento de materiales pétreos se realizará directamente sobre un cauce existente, utilizando infraestructura de acceso ya disponible y sin requerir edificaciones, instalaciones permanentes o estructuras auxiliares para su funcionamiento.

I.9.3. Operación

Extracción de materiales pétreos mediante maquinaria

El aprovechamiento se efectuará mediante un sistema de extracción a cielo abierto utilizando una retroexcavadora hidráulica, equipo que ingresará únicamente durante los periodos programados de operación para retirar el material depositado naturalmente por los procesos de transporte y sedimentación del cauce, una vez extraído, el material será colocado temporalmente sobre la propia playa del río con la finalidad de favorecer el drenado del agua retenida antes de proceder a su carga y traslado, reduciendo pérdidas durante el transporte y evitando el arrastre innecesario de humedad.

Las actividades se desarrollarán respetando en todo momento la configuración natural del cauce y los criterios técnicos establecidos por la Comisión Nacional del Agua para el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces federales, evitando la formación de depresiones que puedan modificar el comportamiento hidráulico del río, alterar los patrones naturales de escurrimiento o incrementar los procesos erosivos aguas arriba o aguas abajo del sitio de extracción.

De igual manera, las excavaciones se realizarán respetando los niveles establecidos en el levantamiento topográfico y en los estudios hidrológico e hidráulico elaborados para el proyecto, procurando mantener una profundidad promedio de 0.30 m, o aquella que, en su caso, sea determinada por la Comisión Nacional del Agua durante el procedimiento de autorización correspondiente, condición que permitirá conservar la estabilidad geomorfológica del cauce y evitar afectaciones sobre el flujo subterráneo o el nivel freático.

Previamente al inicio de cada jornada de trabajo se verificará el adecuado estado físico y mecánico de la maquinaria, los vehículos de carga y los equipos auxiliares, con el propósito de prevenir fugas de combustibles, aceites, lubricantes o fluidos hidráulicos que pudieran representar un riesgo de contaminación para el suelo o el cuerpo de agua.

Con base en el levantamiento topográfico realizado para el polígono autorizado, el proyecto contempla un volumen máximo de extracción de 1,200.00 m³ anuales, equivalente a 6,000.00 m³ durante la vigencia de cinco años, volumen que será aprovechado de manera gradual conforme a las condiciones hidrológicas del río, la disponibilidad natural del material y las necesidades de material pétreo para las obras comunitarias previstas.

Colocación temporal del material pétreo sobre la propia playa del río
Una vez concluida la extracción, el material permanecerá temporalmente sobre la superficie de la playa del cauce durante el tiempo necesario para permitir el escurrimiento natural del agua retenida, esta práctica favorecerá la disminución del contenido de humedad del material, optimizando las condiciones para su carga y transporte, además de reducir pérdidas durante las maniobras de acarreo.

Carga del material en camiones de volteo
El material pétreo será cargado mediante retroexcavadora directamente a camiones de volteo con capacidad aproximada de 7 m^3, para posteriormente ser transportado hacia los sitios donde se pretende aprovechar dicho material pétreo extraído.

Transporte del material pétreo
Una vez cargado el material pétreo, será transportado mediante camiones de volteo con capacidad aproximada de 7 m^3, utilizando exclusivamente el camino de acceso existente y las vialidades disponibles para su traslado hacia los sitios donde será aprovechado, no se contempla la apertura de nuevos caminos ni la ampliación de las superficies actuales de circulación como parte de esta actividad, durante el transporte se mantendrá una velocidad de circulación controlada, principalmente en el camino de acceso y en los tramos no pavimentados, con la finalidad de reducir el levantamiento de partículas, disminuir el deterioro de la superficie de rodamiento y prevenir riesgos para otros usuarios. Las unidades evitarán condiciones de sobrecarga y deberán conservar el material dentro de la caja durante todo el recorrido, con el propósito de prevenir la dispersión de partículas durante el traslado, todas las unidades de carga circularán con la caja cubierta mediante lonas de protección, además de cumplir con las disposiciones de tránsito y seguridad aplicables.

Aplicación permanente de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental
Durante toda la etapa de operación se aplicarán de manera permanente las medidas de prevención y mitigación establecidas para cada componente ambiental susceptible de afectación, particularmente aquellas relacionadas con la protección del cauce y la calidad del agua, control de emisiones y ruido, manejo de residuos, conservación de la vegetación en los sitios fuera del polígono delimitado, protección de fauna silvestre, mantenimiento de las condiciones del camino de acceso y seguridad durante las maniobras de extracción, carga y transporte.

Se verificará periódicamente que la extracción permanezca dentro del polígono autorizado y que se respeten las superficies, profundidades y volúmenes establecidos para el aprovechamiento, no se permitirá la formación de rellenos o acumulaciones permanentes de material que puedan modificar el escurrimiento superficial, así como tampoco el depósito de residuos, combustibles, aceites u otras sustancias dentro del cauce, la maquinaria y los vehículos serán inspeccionados para detectar posibles fugas de combustibles, aceites, lubricantes o fluidos hidráulicos, el mantenimiento preventivo, los cambios de aceite, las reparaciones mecánicas y el lavado de maquinaria se realizarán fuera del área del proyecto (en talleres mecánicos de la población), evitando que estas actividades constituyan una fuente de contaminación del Río Molino.

I.9.4. Mantenimiento

Conservación de la infraestructura y del equipo de trabajo

Durante toda la vida útil del proyecto se ejecutarán acciones preventivas destinadas a mantener condiciones adecuadas de operación tanto en la infraestructura de acceso como en la maquinaria utilizada para el aprovechamiento de materiales pétreos, con el propósito de garantizar la seguridad del personal, mantener la eficiencia operativa y prevenir riesgos ambientales derivados del deterioro de los equipos.

Conservación de la vía de acceso existente

Las labores de conservación comprenderán actividades periódicas de nivelación superficial, relleno localizado de irregularidades, estas acciones permitirán mantener condiciones adecuadas de transitabilidad durante todo el periodo de operación sin modificar el trazo original del camino ni generar ampliaciones o nuevas superficies de rodamiento.

Mantenimiento preventivo de maquinaria fuera del área del proyecto

El mantenimiento preventivo de la retroexcavadora y de las unidades de transporte se realizará mediante inspecciones rutinarias antes del inicio de cada jornada de trabajo, verificando el funcionamiento de los sistemas hidráulicos, eléctricos, mecánicos y de seguridad, así como el estado general de mangueras, conexiones, neumáticos y dispositivos de control.

Las actividades de mantenimiento mayor, afinaciones, reparaciones mecánicas, cambios de aceite, sustitución de piezas y cualquier otra intervención que implique el manejo de residuos peligrosos serán efectuadas exclusivamente en talleres especializados ubicados fuera del área del proyecto, evitando la generación de contaminantes dentro del cauce del Río Molino.

Únicamente en caso de presentarse fallas menores que requieran atención inmediata durante la operación, las reparaciones se efectuarán aplicando estrictas medidas de prevención ambiental mediante el uso de charolas de contención y superficies impermeables que impidan el contacto de aceites, combustibles o lubricantes con el suelo, procediendo posteriormente a la recolección y manejo adecuado de los residuos generados conforme a la legislación ambiental vigente.

Manejo integral de residuos y limpieza del área de trabajo

Durante la operación se implementará un manejo integral de los residuos generados por el personal y por las actividades auxiliares, con la finalidad de evitar su dispersión, acumulación o disposición inadecuada dentro del cauce, las márgenes o las superficies colindantes, los residuos sólidos urbanos que pudieran generarse, principalmente envases, empaques, restos de alimentos y materiales similares, serán recolectados de manera diferenciada y depositados temporalmente en recipientes con tapa para su posterior retiro y disposición en sitios autorizados o mediante el sistema de manejo disponible en la localidad.

No se permitirá la disposición, abandono, quema o enterramiento de residuos dentro del cauce ni en sus márgenes, al finalizar cada jornada se realizará una inspección del área utilizada para identificar y retirar residuos, materiales ajenos al entorno o cualquier elemento derivado de las actividades realizadas, procurando mantener el sitio libre de acumulaciones que pudieran ser transportadas por el escurrimiento.

El mantenimiento mayor de maquinaria y vehículos, así como cambios de aceite, lubricantes, filtros y reparaciones mecánicas, no se realizará dentro del cauce ni del polígono de aprovechamiento, sino en talleres o sitios acondicionados para tal finalidad, en caso de presentarse alguna fuga o derrame accidental durante la operación, se suspenderán temporalmente las actividades en el punto afectado y se procederá inmediatamente a su contención, recuperación y limpieza mediante materiales absorbentes apropiados. Los materiales contaminados resultantes serán manejados de acuerdo con las disposiciones aplicables según sus características.

Supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales

Durante la etapa de operación y mantenimiento se realizará la supervisión periódica del cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y control ambiental establecidas en la Manifestación de Impacto Ambiental, así como de las condicionantes que, en su caso, sean determinadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional del Agua.

La supervisión comprenderá la verificación de que las actividades de extracción permanezcan dentro de los límites del polígono autorizado; el respeto de las profundidades, cotas y rasantes establecidas; el adecuado manejo de los residuos; la inexistencia de fugas o derrames provenientes de maquinaria y vehículos; la utilización de la vía de acceso existente; el retiro oportuno del material extraído y el cumplimiento de las medidas destinadas a prevenir modificaciones innecesarias de las condiciones hidráulicas del cauce.

Asimismo, se verificará que no se realicen actividades de extracción fuera de las superficies autorizadas ni se excedan los volúmenes establecidos, llevando un registro de los periodos de operación y de los volúmenes de material retirados.

Las actividades de supervisión serán documentadas mediante bitácoras de campo, registros fotográficos y, cuando corresponda, registros de los volúmenes extraídos, mantenimiento de maquinaria, manejo de residuos e incidencias ambientales, esta información constituirá evidencia del cumplimiento de las medidas ambientales y servirá como base para el seguimiento del proyecto durante su vida útil.

I.9.5. Abandono y restauración del sitio

Una vez concluido el periodo autorizado para el aprovechamiento de materiales pétreos, alcanzado el volumen máximo autorizado o cuando por cualquier circunstancia se determine el cese definitivo de las actividades, se procederá a ejecutar las acciones correspondientes a la etapa de abandono y restauración del sitio, estas actividades tendrán como finalidad retirar todos los elementos asociados con la operación, verificar las condiciones finales del área intervenida y favorecer que el cauce mantenga una configuración física compatible con su funcionamiento hidráulico y con las condiciones ambientales del entorno.

Debido a que el proyecto no contempla la construcción de infraestructura permanente dentro del cauce, las actividades de abandono estarán relacionadas principalmente con el retiro de

maquinaria y equipo, limpieza del área, acondicionamiento de las superficies temporalmente intervenidas y verificación final de las condiciones ambientales del sitio.

Retiro de maquinaria y equipo

Al concluir definitivamente las actividades de aprovechamiento se procederá al retiro total de la retroexcavadora, camiones de volteo, herramientas, recipientes, señalamientos temporales y cualquier equipo o elemento auxiliar utilizado durante la operación, no permanecerá dentro del cauce maquinaria, vehículos, estructuras provisionales, materiales ajenos al entorno ni elementos asociados con las actividades desarrolladas.

El retiro se realizará utilizando la vía de acceso existente, sin la apertura de nuevas vías de acceso, antes de retirar la maquinaria se efectuará una inspección visual para verificar que no existan fugas de combustibles, aceites, lubricantes o fluidos hidráulicos, en caso de identificarse alguna evidencia de derrame, ésta será atendida previamente mediante acciones de contención, recuperación y limpieza, evitando dejar materiales contaminados dentro del sitio.

Limpieza general del sitio

Una vez retirada la maquinaria y el equipo, se efectuará una limpieza general de la superficie intervenida, incluyendo las áreas utilizadas temporalmente para circulación, maniobras, carga y acondicionamiento del material extraído, durante esta actividad se recolectarán y retirarán residuos sólidos urbanos, materiales auxiliares, envases, empaques y cualquier otro elemento ajeno a las condiciones naturales del cauce que pudiera haber sido generado durante la operación, no se permitirá el abandono, enterramiento o quema de residuos dentro del polígono de aprovechamiento, las márgenes o las superficies colindantes.

Verificación final de las condiciones ambientales del sitio

Al finalizar las actividades de abandono se realizará una verificación integral de las condiciones ambientales del área intervenida, con el propósito de comprobar que el sitio quede libre de maquinaria, residuos, materiales contaminantes y elementos ajenos al entorno, y que no permanezcan alteraciones atribuibles a la operación que requieran medidas correctivas adicionales.

La inspección comprenderá, como mínimo, la revisión de la configuración final del área de extracción, las condiciones superficiales del cauce, la inexistencia de excavaciones o acumulaciones irregulares, la estabilidad de las márgenes, el estado de la vegetación conservada, la limpieza del sitio y la ausencia de evidencias de derrames de hidrocarburos o residuos, también se verificará que las condiciones finales de la superficie intervenida sean congruentes con las profundidades, cotas y rasantes establecidas para el aprovechamiento, el estudio hidráulico establece que la extracción debe ajustarse a las profundidades determinadas para cada sección y contempla una profundidad máxima de 0.30 m.

Los resultados de esta verificación serán documentados mediante registro fotográfico y bitácora de cierre, permitiendo contar con evidencia de las condiciones en que se deja el sitio una vez terminadas las actividades, en caso de detectarse alguna condición atribuible al proyecto que pudiera representar un riesgo ambiental o afectar el funcionamiento del cauce, se implementarán las acciones correctivas correspondientes antes de considerar concluida la

etapa de abandono.

I.10. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

Como resultado de las actividades previstas para el aprovechamiento de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, se prevé la generación de residuos y emisiones de carácter temporal, puntual y de baja magnitud, derivados principalmente de la operación de la maquinaria, la presencia del personal y las maniobras de extracción, carga y transporte del material, debido a la naturaleza del proyecto, no se contemplan procesos industriales de transformación, trituración, clasificación, lavado o beneficio del material pétreo, ni la construcción de infraestructura permanente, por lo que las principales emisiones estarán asociadas al funcionamiento de la maquinaria y vehículos utilizados durante los periodos de operación.

Como antecedente del sitio, se tiene conocimiento de que entre enero de 2021 y julio de 2023 se realizaron actividades de extracción de materiales pétreos por terceros distintos al actual promovente, de estas actividades no se dispone de documentación que permita conocer las condiciones bajo las cuales se efectuaron ni acreditar, en su caso, las autorizaciones correspondientes, estas actividades cesaron en julio de 2023 y, desde entonces, no se han realizado nuevos aprovechamientos en el área, actualmente el aprovechamiento se pretende realizar por la Comunidad de Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, a través de su representación comunal, una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes y bajo las medidas de prevención y control establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, durante su operación se procurará reducir desde el origen la generación de residuos y evitar su disposición dentro del cauce o en las márgenes del Río Molino.

El manejo de los residuos se realizará bajo criterios de prevención, minimización, separación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final, de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y demás disposiciones ambientales aplicables, los residuos generados por el personal serán recolectados y retirados del área de trabajo, mientras que las actividades de mantenimiento mayor, cambios de aceite y reparaciones de maquinaria se realizarán fuera del cauce, en talleres mecánicos dentro de la población de Nuevo Zoquiapam.

Se establecerán medidas preventivas para evitar derrames de combustibles, aceites, lubricantes o fluidos hidráulicos que puedan afectar los depósitos aluviales o alcanzar el agua superficial, previo al inicio de las jornadas de trabajo se verificará el estado físico y mecánico de la maquinaria y los vehículos, y en caso de presentarse alguna fuga o derrame accidental se procederá de manera inmediata a su contención, limpieza y manejo de los materiales resultantes.

En cuanto a las emisiones a la atmósfera, éstas estarán relacionadas principalmente con los gases de combustión de la retroexcavadora y los camiones de volteo, así como con la generación puntual de partículas durante las maniobras de carga y el tránsito de los vehículos, debido a que la extracción tendrá un carácter intermitente, estas emisiones se presentarán únicamente durante los periodos efectivos de operación y cesarán al concluir las jornadas de trabajo.

El personal que participe en las actividades recibirá indicaciones sobre el manejo adecuado de residuos, prevención de derrames, protección del cauce y cumplimiento de las medidas ambientales establecidas para el proyecto, al finalizar cada jornada se verificará el área de trabajo y se retirarán los residuos o materiales ajenos al entorno que pudieran haberse generado, procurando mantener el sitio limpio y evitar que éstos sean arrastrados por el escurrimiento durante los eventos de lluvia.

I.10.1. Consumo de agua

El proceso de aprovechamiento de materiales pétreos no requiere el consumo de agua como insumo para la operación, debido a que el material será aprovechado en greña y no se realizarán actividades de lavado, clasificación, trituración o cualquier otro proceso que demande el uso del recurso hídrico, únicamente, cuando las condiciones ambientales favorezcan la generación de partículas suspendidas, podrá emplearse agua para la humectación ocasional del camino de acceso, utilizando agua transportada mediante pipas autorizadas o proveniente de fuentes legalmente disponibles, evitando en todo momento realizar extracciones directas del cauce del Río Molino.

I.10.2. Insumos empleados durante la operación

Los únicos insumos requeridos para la operación corresponden al combustible diésel, aceites lubricantes, grasas y fluidos hidráulicos indispensables para el funcionamiento de la retroexcavadora y de los camiones de volteo utilizados en las actividades de extracción y transporte del material pétreo, el proyecto no contempla el almacenamiento de combustibles, lubricantes o sustancias químicas dentro del polígono autorizado, por lo que el abastecimiento de combustible se efectuará fuera del área del proyecto y únicamente ingresarán al sitio los equipos con la cantidad necesaria para la jornada de trabajo.

I.10.3. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos serán generados exclusivamente por las actividades cotidianas del personal operativo y estarán constituidos principalmente por restos de alimentos, envases de plástico, papel, cartón, vidrio, aluminio y otros materiales con características similares a los residuos domiciliarios, considerando que las actividades de extracción serán desarrolladas por un número reducido de trabajadores y únicamente durante jornadas programadas, la cantidad de residuos producidos será baja.

Para su manejo se colocarán contenedores de plástico con tapa, debidamente identificados para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, ubicados en sitios estratégicos dentro del área operativa, los residuos permanecerán almacenados temporalmente hasta el término de la jornada laboral, momento en el cual serán retirados del sitio para su traslado al sistema municipal de recolección y disposición final autorizado. En todo momento se se restringirá el abandono, quema o disposición de residuos dentro del cauce, sobre las márgenes del río o en áreas naturales circundantes.

I.10.4. Residuos peligrosos

Durante la operación normal del proyecto no se prevé la generación permanente de residuos peligrosos, toda vez que las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la retroexcavadora y de los camiones de volteo serán realizadas exclusivamente en talleres especializados ubicados fuera del área del proyecto, en consecuencia, dichos

establecimientos serán responsables del manejo, almacenamiento, transporte y disposición final de los aceites lubricantes usados, filtros, estopas impregnadas con hidrocarburos, piezas mecánicas sustituidas y demás residuos derivados de estas actividades.

Únicamente en caso de presentarse una reparación de carácter emergente dentro del polígono autorizado, los residuos que eventualmente pudieran generarse serán colocados temporalmente en recipientes herméticos, resistentes a la corrosión y debidamente identificados, permaneciendo bajo resguardo hasta su entrega a un prestador de servicios autorizado para su transporte y disposición final, evitando en todo momento el contacto de dichas sustancias con el suelo o con el cuerpo de agua.

I.10.5. Aguas residuales sanitarias

El proyecto no generará aguas residuales derivadas del proceso de extracción, ya que éste no requiere la utilización de agua durante las actividades operativas, las únicas aguas residuales previstas corresponden a las generadas por las necesidades fisiológicas del personal, para lo cual se instalará un sanitario portátil cuya operación, limpieza, mantenimiento, extracción de residuos, transporte y disposición final será responsabilidad de una empresa especializada contratada para tal efecto, esta medida evitará descargas directas al suelo o al cauce del Río Molino y garantizará condiciones adecuadas de higiene durante toda la vida útil del proyecto.

I.10.6. Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas estarán asociadas principalmente al funcionamiento de los motores de combustión interna de la retroexcavadora y de los camiones de volteo, así como a la suspensión temporal de partículas durante las maniobras de extracción, carga y transporte del material pétreo sobre el camino de acceso.

Debido al reducido volumen anual de extracción autorizado (1,200.00 m^3), al carácter intermitente de las actividades, al limitado número de equipos empleados y a la elevada capacidad de dispersión existente en el área del proyecto, se prevé que dichas emisiones sean de carácter local, temporal y de baja magnitud, sin representar una alteración significativa de la calidad del aire en la zona de influencia.

Como medidas preventivas se implementará un programa permanente de mantenimiento preventivo de la maquinaria y de los vehículos de carga, verificando periódicamente el adecuado funcionamiento de los motores y sistemas de combustión, además de aplicar riegos ocasionales sobre el camino de acceso cuando las condiciones meteorológicas favorezcan la generación de partículas suspendidas, reduciendo con ello la dispersión de polvo durante la circulación de los vehículos.

I.10.7. Emisiones de ruido

Durante la operación del proyecto se producirán emisiones sonoras asociadas al funcionamiento de la retroexcavadora, los camiones de volteo y las maniobras de carga del material pétreo. Sin embargo, estas emisiones serán temporales, intermitentes y restringidas al área inmediata de trabajo, debido a que el proyecto se localiza sobre un cauce federal alejado de centros de población y la operación contempla únicamente un reducido número de equipos.

El mantenimiento preventivo de la maquinaria permitirá conservar condiciones óptimas de funcionamiento, disminuyendo la generación innecesaria de ruido ocasionada por desgaste mecánico o fallas en los sistemas de operación, además de que las actividades se desarrollarán exclusivamente en horario diurno, reduciendo cualquier posible molestia hacia el entorno.

I.10.8. Utilización de explosivos

Las actividades contempladas para el proyecto "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Oaxaca" no requieren el empleo de explosivos, debido a que el material objeto del aprovechamiento de material, la extracción se realizará mediante procedimientos mecánicos utilizando una retroexcavadora y camiones de volteo, por lo que no será necesario efectuar barrenaciones, voladuras, fracturamiento de roca o cualquier otro procedimiento que implique el uso de sustancias explosivas, por lo que, el proyecto no contempla actividades relacionadas con la adquisición, transporte, almacenamiento, manejo o consumo de explosivos, por lo que tampoco será necesaria la obtención de permisos específicos en esta materia.

I.11. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Como resultado de las actividades previstas durante las etapas de preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono, se prevé la generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, residuos peligrosos de generación eventual y emisiones propias de la operación de la maquinaria pesada y de los vehículos destinados al transporte del material pétreo.

El manejo integral de estos residuos se realizará conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y demás disposiciones ambientales aplicables, privilegiando en todo momento los principios de prevención, minimización, separación, valorización y disposición final ambientalmente adecuada.

Con la finalidad de garantizar un adecuado control ambiental durante la ejecución del proyecto, se implementará el siguiente procedimiento general para el manejo de los residuos generados:

- Identificación de la fuente de generación.
- Separación conforme a su clasificación.
- Almacenamiento temporal en recipientes identificados.
- Recolección periódica.
- Transporte por los medios autorizados.
- Disposición final conforme al tipo de residuo.

Adicionalmente, se llevarán registros internos sobre la generación y destino de los residuos, particularmente cuando, de manera eventual, se produzcan residuos sujetos a manejo especial o residuos peligrosos.

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas estarán asociadas principalmente al funcionamiento de la retroexcavadora y de los camiones de volteo empleados para el aprovechamiento del material pétreo.

Durante las maniobras de excavación, carga y transporte podrán generarse partículas suspendidas de polvo derivadas del movimiento del material pétreo y del tránsito de los vehículos sobre el camino de acceso existente, asimismo, la combustión del diésel utilizado por la maquinaria producirá emisiones de gases propias de este tipo de motores, entre ellas dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y material particulado.

No obstante, debido a que el proyecto se desarrollará en un espacio abierto con condiciones favorables para la dispersión natural de contaminantes, y considerando el reducido número de equipos empleados, se prevé que dichas emisiones sean temporales, localizadas y de baja magnitud, las emisiones atmosféricas previstas se presentan en la Tabla I.8, cabe señalar que como medidas preventivas se implementarán las siguientes acciones:

- Mantenimiento preventivo periódico de la maquinaria;
- Revisión continua del sistema de combustión;
- Prohibición del funcionamiento innecesario de motores en ralentí;
- Humectación del camino de acceso cuando las condiciones climáticas favorezcan la generación de polvo;
- Limitación de la velocidad de circulación de los vehículos dentro del proyecto.

Tabla I.8. Emisiones atmosféricas previstas durante la ejecución del proyecto

Etapa	Emisión	Fuente
Preparación del sitio	Polvo (partículas suspendidas)	Movimiento de maquinaria y acondicionamiento del acceso
Operación	Polvo	Excavación, carga y transporte del material pétreo
Operación	CO_2, CO, NOx y material particulado	Retroexcavadora y camiones de volteo
Mantenimiento	Emisiones menores de combustión	Traslado eventual de maquinaria

Emisión de ruido

Durante la ejecución del proyecto se producirán emisiones de ruido derivadas de la operación de la retroexcavadora y del tránsito de los camiones de volteo, estas emisiones serán temporales, intermitentes y se limitarán exclusivamente al horario de trabajo autorizado. Debido a que el sitio de extracción se localiza dentro del cauce federal del Río Molino y alejado de centros de población, no se prevén afectaciones significativas a la población ni alteraciones permanentes sobre el ambiente acústico del área de influencia.

Como medida preventiva, la maquinaria permanecerá en óptimas condiciones mecánicas mediante la aplicación de programas periódicos de mantenimiento preventivo.

Residuos sólidos urbanos

La generación de residuos sólidos urbanos estará asociada principalmente a las actividades cotidianas del personal que labore en el proyecto.

Entre los residuos que podrán generarse se encuentran:

- envases de plástico;
- botellas de vidrio;
- latas de aluminio;
- cartón;
- papel;
- residuos orgánicos provenientes de alimentos.

Estos residuos serán separados desde su generación y depositados en contenedores con tapa, debidamente identificados para residuos orgánicos e inorgánicos.

Al término de cada jornada laboral, los residuos serán retirados del sitio y entregados al servicio público de limpia del H. Ayuntamiento Constitucional de Nuevo Zoquiápam, Oaxaca, para su disposición final conforme a la normatividad municipal aplicable, cabe mencionar que, quedará estrictamente prohibido abandonar residuos dentro del cauce del Río Molino o realizar su quema a cielo abierto.

Residuos de manejo especial

Durante el proyecto podrán generarse, de manera eventual, residuos derivados del desgaste o sustitución de componentes de la maquinaria y vehículos, tales como neumáticos, piezas metálicas, mangueras o componentes mecánicos.

Cuando ello ocurra, dichos residuos serán retirados del área del proyecto y entregados a empresas o establecimientos autorizados para su manejo, almacenamiento o valorización, conforme a la legislación vigente.

Residuos peligrosos

El mantenimiento preventivo y correctivo de la retroexcavadora y de los camiones de volteo no se realizará dentro del área del proyecto, sino en talleres especializados ubicados fuera del polígono de extracción.

Por tal motivo, los residuos peligrosos derivados de estas actividades, entre ellos aceites lubricantes usados, filtros, estopas impregnadas con hidrocarburos, envases contaminados, grasas y solventes, serán responsabilidad de los talleres que efectúen el servicio correspondiente, quienes deberán realizar su manejo conforme a la legislación ambiental vigente.

En caso extraordinario de presentarse algún residuo peligroso dentro del sitio del proyecto, éste será colocado temporalmente en recipientes herméticos debidamente identificados y posteriormente entregado a un prestador de servicios autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para su transporte, tratamiento y disposición final.

Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Las actividades previstas para el presente proyecto no requieren la construcción de infraestructura específica para el tratamiento o disposición final de residuos, debido a que el

volumen de residuos esperado es reducido y su generación será de carácter temporal.

Para el manejo de los residuos sólidos urbanos únicamente se instalarán contenedores plásticos con tapa y debidamente identificados, ubicados en áreas estratégicas dentro del sitio de trabajo, evitando en todo momento su dispersión por acción del viento o del escurrimiento superficial.

Los residuos serán retirados periódicamente y trasladados para su disposición final mediante el servicio público de limpia del H. Ayuntamiento Constitucional de Nuevo Zoquiápam, Oaxaca.

En relación con los residuos peligrosos, éstos no permanecerán almacenados dentro del proyecto, ya que su manejo se realizará conforme a los procedimientos establecidos por los talleres especializados y por los prestadores de servicios autorizados para tal fin.

Asimismo, para atender las necesidades sanitarias del personal se instalará un sanitario portátil proporcionado por una empresa especializada, la cual será responsable de efectuar el mantenimiento, limpieza, recolección y disposición final de las aguas residuales generadas, evitando cualquier descarga directa al suelo o al cuerpo de agua.

I.12. SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO

I.12.1. Dimensiones del proyecto

a) Superficie total del predio para el desarrollo del proyecto

La superficie total considerada para el desarrollo del proyecto corresponde al polígono de aprovechamiento de materiales pétreos delimitado dentro del cauce del Río Molino, en el paraje denominado Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Oaxaca. De acuerdo con la delimitación georreferenciada contenida en el archivo KML del proyecto, dicho polígono presenta una superficie de 1,640.00 m², equivalente a 0.1640 ha, y un perímetro aproximado de 179.29 m.

El polígono presenta una configuración longitudinal acorde con la geometría del cauce y se encuentra comprendido aproximadamente entre los cadenamientos 0+220 y 0+280 considerados en el estudio hidráulico. La delimitación responde a la distribución espacial de los depósitos aluviales susceptibles de aprovechamiento y a las condiciones hidráulicas identificadas para este tramo del Río Molino.

El estudio hidráulico establece que el cauce presenta en este sector un ancho superior a 40 m, mientras que el área propuesta para extracción mantiene un ancho no mayor de 30 m, conservando franjas laterales de protección respecto de las márgenes. Asimismo, la profundidad máxima considerada para la extracción es de 0.30 m, condición establecida a partir del análisis hidráulico efectuado para el tramo.

Por lo anterior, para efectos de la Manifestación de Impacto Ambiental, se considera como superficie total del sitio del proyecto 1,640.00 m² (0.1640 ha).

b) Superficie de desplante de construcciones y obras

Por la naturaleza del proyecto, no se contempla el desplante de construcciones ni la instalación de infraestructura permanente dentro del sitio de aprovechamiento, por lo que la superficie destinada a este concepto corresponde a 0.00 m² (0.0000 ha).

Las actividades propuestas se limitan al aprovechamiento controlado de materiales pétreos de origen aluvial depositados dentro del cauce, así como al tránsito y operación temporal de la maquinaria y vehículos necesarios para la extracción y retiro del material. En consecuencia, no se considera la construcción de cimentaciones, plataformas de concreto, edificaciones, obras hidráulicas, almacenes permanentes ni cualquier otra infraestructura que implique la ocupación definitiva del terreno.

Esta característica permite que la intervención mantenga un carácter esencialmente temporal, sin generar superficies impermeabilizadas ni elementos constructivos que permanezcan dentro del cauce una vez concluidas las actividades.

c) Superficie a intervenir sin construcciones

La superficie a intervenir sin construcciones corresponde a 1,640.00 m² (0.1640 ha), equivalente a la totalidad del polígono de aprovechamiento delimitado para el proyecto, en esta superficie se desarrollarán las actividades de extracción controlada de los depósitos aluviales, así como el movimiento temporal de la maquinaria necesaria para la remoción, carga y retiro de los materiales pétreos, la intervención se realizará exclusivamente dentro de los límites establecidos para el polígono autorizado, sin ampliar las actividades hacia las márgenes del cauce o hacia superficies colindantes.

La intervención no implica la instalación de construcciones permanentes, por lo que la totalidad de los 1,640.00 m² corresponde a una superficie de aprovechamiento temporal sin desplante de infraestructura.

d) Superficie de vegetación forestal total

De acuerdo con los recorridos de campo y el registro fotográfico realizado específicamente en el sitio del proyecto, dentro de los 1,640.00 m² se presenta una cobertura vegetal heterogénea y discontinua, asociada principalmente con sectores estabilizados del depósito aluvial, áreas de mayor humedad y proximidades del escurrimiento.

La vegetación observada está constituida predominantemente por vegetación herbácea, graminoides, herbáceas de hoja ancha y vegetación emergente asociada con sectores húmedos, mientras que los elementos arbustivos y leñosos de mayor desarrollo se concentran principalmente hacia las márgenes del cauce.

Las actividades proyectadas no contemplan la remoción de vegetación forestal, asimismo, la delimitación del área de aprovechamiento deberá respetar las franjas laterales establecidas respecto de las márgenes, evitando la afectación de la vegetación ribereña localizada fuera del área autorizada.

En consecuencia, se considera una superficie de afectación de vegetación forestal de 0.00 m² (0.0000 ha), la vegetación herbácea dispersa presente sobre determinados sectores de los

depósitos aluviales será considerada específicamente dentro de la identificación y evaluación de impactos ambientales, sin equipararla automáticamente con vegetación forestal.

e) Superficie de incidencia en cuerpo de agua

El proyecto se localiza dentro del sistema fluvial correspondiente al Río Molino, por lo que la superficie máxima de incidencia asociada con el cuerpo de agua corresponde al polígono delimitado para el aprovechamiento de materiales pétreos, con una extensión de 1,640.00 m² (0.1640 ha).

Esta superficie comprende depósitos aluviales, sectores temporalmente húmedos y áreas vinculadas directamente con la dinámica hidráulica del cauce. La presencia de agua superficial dentro del polígono puede presentar variaciones espaciales y temporales asociadas con el régimen hidrológico del río y con la estacionalidad de las precipitaciones.

Por tal motivo y bajo un criterio ambiental conservador, se considera la totalidad del polígono de 1,640.00 m² como superficie máxima de incidencia sobre el cuerpo de agua, aun cuando durante determinados periodos una proporción de esta superficie se encuentre constituida por depósitos aluviales expuestos y no permanezca cubierta permanentemente por agua.

El estudio hidrológico establece que el análisis realizado proporciona los elementos técnicos para la delimitación del cauce y del polígono destinado al aprovechamiento de materiales pétreos.

f) Superficie de zona federal

El sitio del proyecto se encuentra asociado al cauce del Río Molino, por lo que para efectos de la delimitación territorial se consideró la relación existente entre el cauce, el Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO), las márgenes y las superficies correspondientes a la zona federal, de conformidad con la definición establecida en la legislación aplicable en materia de aguas nacionales, la ribera o zona federal corresponde a las fajas contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, cuya delimitación se establece horizontalmente a partir del Nivel de Aguas Máximas Ordinarias (NAMO).

Para efectos de representación cartográfica del presente estudio se consideró una franja de zona federal de 10.00 m medida horizontalmente a partir del NAMO, diferenciándola espacialmente del cauce y del polígono destinado al aprovechamiento de materiales pétreos, en consecuencia, la superficie del polígono de aprovechamiento localizada dentro del cauce, correspondiente a 1,640.00 m², y la zona federal localizada de manera contigua al límite determinado por el NAMO, las actividades de extracción se concentrarán en el polígono delimitado dentro del cauce y no existirán construcciones o infraestructura, como se presenta en la Figura I.4.

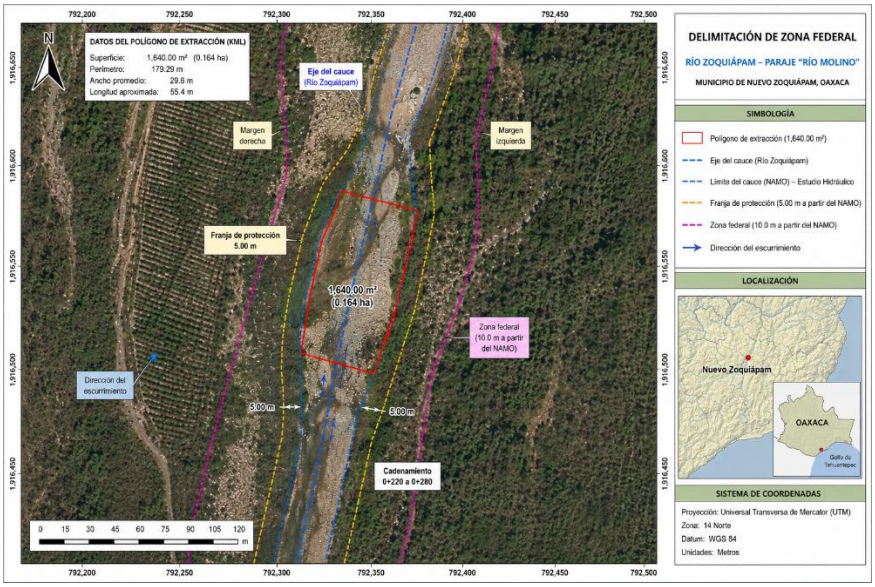


Figura I.4. Delimitación de zona Federal del proyecto

CAPÍTULO II
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

CAPÍTULO II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

El presente capítulo tiene como finalidad demostrar la congruencia del proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, distrito de Ixtlán, Oaxaca" con el marco jurídico, normativo que regula la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en el territorio nacional.

El proyecto consiste en el aprovechamiento controlado de materiales pétreos depositados de manera natural en el cauce del Río Molino, actividad que se desarrollará dentro del polígono autorizado por las autoridades competentes, respetando las condiciones técnicas establecidas por las autoridades competentes y aplicando las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental necesarias para garantizar la conservación de los componentes físicos, biológicos y sociales presentes en el área de influencia.

Con el propósito de acreditar la viabilidad ambiental del proyecto, se analiza su compatibilidad con los instrumentos jurídicos y de planeación que regulan este tipo de actividades, en primer término, se establece la vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como con la Ley de Aguas Nacionales y demás disposiciones jurídicas aplicables al aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de jurisdicción federal.

De igual manera, se evalúa la correspondencia del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, verificando la compatibilidad de la actividad propuesta con los criterios ambientales aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 70, en la cual se localiza el sitio de aprovechamiento, asimismo, se analiza la relación del proyecto con los instrumentos de ordenamiento territorial y ecológico vigentes, los programas de desarrollo urbano, los decretos de Áreas Naturales Protegidas, las Regiones Prioritarias para la Conservación definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Finalmente, se presenta la vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas, normas técnicas, lineamientos, criterios administrativos y demás ordenamientos jurídicos relacionados con la protección ambiental, el manejo de residuos, la conservación de los recursos naturales, la calidad del agua, las emisiones a la atmósfera, el ruido ambiental y las demás materias que guardan relación con las obras y actividades previstas para el desarrollo del proyecto, demostrando que su ejecución puede realizarse en estricto apego a la legislación ambiental vigente y bajo criterios de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

II.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) constituye el ordenamiento jurídico fundamental en materia de protección ambiental en México, al establecer los principios, instrumentos y procedimientos orientados a garantizar la

preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. En este sentido, el proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, distrito de Ixtlán, Oaxaca", por desarrollarse dentro de un cauce federal y consistir en una actividad susceptible de generar modificaciones al medio físico, debe demostrar su compatibilidad con las disposiciones contenidas en dicho ordenamiento jurídico.

Tabla II.1. Disposiciones y restricciones de la LGEEPA aplicables al proyecto en materia de EIA y su congruencia o cumplimiento del proyecto.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 15, fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos derivados de dichas afectaciones. Asimismo, deberá promoverse el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y las acciones de protección ambiental.	El proyecto se desarrolla bajo el principio preventivo previsto en este artículo, incorporando desde su etapa de planeación medidas destinadas a evitar, reducir y controlar los posibles impactos ambientales derivados del aprovechamiento de materiales pétreos, cabe señalar que, en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental se establecen las medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental aplicables a cada componente del medio físico, biótico y socioeconómico. Asimismo, se contempla la restauración de las áreas temporalmente intervenidas y la protección de la vegetación existente en el sitio del proyecto, procurando mantener la funcionalidad ecológica del cauce y promover el aprovechamiento sustentable del recurso.
Artículo 28, fracción X. La evaluación del impacto ambiental constituye el procedimiento mediante el cual la Secretaría determina las condiciones para la realización de obras o actividades susceptibles de generar desequilibrios ecológicos. Requerirán autorización previa las obras y actividades que se desarrollen en ríos, lagos, lagunas, zonas federales y demás cuerpos de agua previstos en la Ley.	El proyecto consiste en el aprovechamiento de materiales pétreos dentro del cauce del Río Molino, por lo que se ubica en uno de los supuestos establecidos en este artículo y en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. En consecuencia, el promovente presenta la presente Manifestación de Impacto Ambiental con el propósito de obtener la autorización correspondiente por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, acreditando la viabilidad ambiental de las actividades propuestas mediante la identificación y evaluación de los impactos ambientales y la definición de las medidas necesarias para prevenir, mitigar y controlar sus efectos potenciales.
Artículo 30. Para obtener la autorización prevista en el artículo 28 deberá presentarse una Manifestación de Impacto Ambiental que contenga la descripción del proyecto, las características del ecosistema susceptible de	El presente estudio fue elaborado atendiendo el contenido y alcance establecidos en este precepto legal, incorporando la descripción detallada del proyecto, la caracterización de los componentes ambientales del área de

afectación y las medidas necesarias para prevenir, mitigar y reducir los efectos negativos sobre el ambiente.	influencia, la identificación y valoración de los impactos ambientales potenciales, así como el diseño de medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental orientadas a garantizar que el aprovechamiento de materiales pétreos se desarrolle bajo criterios de sustentabilidad y de protección al ambiente.
Artículo 35. Una vez presentada la Manifestación de Impacto Ambiental, la Secretaría integrará el expediente correspondiente y realizará la evaluación considerando la legislación aplicable, los instrumentos de ordenamiento ecológico, los programas de desarrollo urbano, las declaratorias de áreas naturales protegidas y demás disposiciones jurídicas relacionadas con el proyecto.	El presente proyecto se diseñó considerando el marco jurídico y los instrumentos de política ambiental aplicables al sitio de aprovechamiento, en este capítulo se demuestra su compatibilidad con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, la legislación ambiental federal, los instrumentos de conservación, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones jurídicas relacionadas con el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces federales. El promovente manifiesta su compromiso de cumplir las condiciones y términos que, en su caso, establezca la autorización que emita la Secretaría, así como las demás obligaciones derivadas de la normatividad ambiental vigente durante todas las etapas del proyecto.

II.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental desarrolla el procedimiento administrativo mediante el cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales determina la viabilidad ambiental de las obras y actividades susceptibles de generar impactos sobre los ecosistemas. En este sentido, el presente proyecto se encuentra sujeto a las disposiciones contenidas en dicho ordenamiento, toda vez que contempla el aprovechamiento de materiales pétreos dentro del cauce federal del Río Molino, ubicado en el municipio de Nuevo Zoquiápam, distrito de Ixtlán, Oaxaca.

Artículo 5, inciso R, fracción II

El artículo 5, inciso R, fracción II, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala que requerirán previamente autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las obras y actividades que se desarrollen en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos, esteros y demás zonas federales.

Vinculación con el proyecto

El proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, distrito de Ixtlán, Oaxaca", contempla el aprovechamiento de materiales pétreos de origen aluvial localizados dentro del cauce federal

del Río Molino, por lo que las actividades propuestas se desarrollarán sobre un bien nacional sujeto a la jurisdicción federal, en consecuencia, el proyecto se encuentra comprendido dentro de los supuestos establecidos en el presente artículo, motivo por el cual se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental mediante la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

El estudio incorpora la descripción detallada de las obras y actividades, la caracterización de la región ecologica, la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales, así como las medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental que serán implementadas durante todas las etapas del proyecto, con el propósito de asegurar que el aprovechamiento del material pétreo se desarrolle bajo criterios de sustentabilidad, respetando la dinámica natural del cauce, la calidad ambiental del sitio y las demás condiciones que, en su caso, establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la resolución correspondiente.

Artículo 44
El artículo 44 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental dispone que, durante la evaluación de una Manifestación de Impacto Ambiental, la Secretaría deberá considerar de manera integral los posibles efectos que las obras o actividades puedan ocasionar sobre los ecosistemas, analizando el conjunto de elementos físicos, biológicos y socioeconómicos que los conforman, la utilización sustentable de los recursos naturales y las medidas preventivas, de mitigación, compensación y demás acciones propuestas para evitar o reducir al mínimo los impactos negativos sobre el ambiente.

Vinculación con el proyecto
En cumplimiento de este precepto reglamentario, el presente estudio desarrolla una caracterización integral de la región ecologica donde se ejecutará el proyecto, incorporando el análisis de los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos que conforman el área de influencia, asimismo, en los capítulos subsecuentes se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas del proyecto, proponiéndose las medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental necesarias para conservar la funcionalidad ecológica del cauce del Río Molino y minimizar cualquier alteración derivada del aprovechamiento de materiales pétreos.

Las medidas ambientales propuestas consideran la delimitación del polígono de extracción, la remoción selectiva únicamente de vegetación arbustiva cuando resulte indispensable, el manejo adecuado de residuos, el mantenimiento de la maquinaria fuera del sitio del proyecto y la restauración de las áreas temporalmente intervenidas, garantizando que la ejecución del proyecto sea ambientalmente compatible con las condiciones naturales del sitio.

Artículo 47
El artículo 47 del Reglamento dispone que la ejecución de las obras o actividades deberá sujetarse a las condiciones establecidas en la resolución que emita la Secretaría, así como al cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y de las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Vinculación con el proyecto

El promovente manifiesta expresamente su compromiso de ejecutar el proyecto únicamente una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes emitidas por las autoridades competentes, de igual manera, todas las actividades de extracción se desarrollarán respetando los términos, condicionantes y medidas ambientales que, en su caso, establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la autorización en materia de impacto ambiental, así como las condiciones previstas en el título o instrumento jurídico que emita la Comisión Nacional del Agua para el aprovechamiento de materiales pétreos dentro del cauce federal del Río Molino.

Asimismo, durante la ejecución del proyecto se observarán las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, los instrumentos de política ambiental vigentes y las demás disposiciones jurídicas relacionadas con la protección del ambiente, el manejo de residuos, la prevención de la contaminación y la conservación de los recursos naturales.

Artículo 49

El artículo 49 del Reglamento establece que las autorizaciones que expida la Secretaría se referirán exclusivamente a los aspectos ambientales de las obras o actividades objeto de evaluación y tendrán una vigencia acorde con el periodo de ejecución propuesto por el promovente, asimismo, señala la obligación de informar a la autoridad ambiental sobre el inicio y conclusión de las actividades, así como cualquier modificación relacionada con la titularidad del proyecto.

Vinculación con el proyecto

La presente Manifestación de Impacto Ambiental fue elaborada considerando las características técnicas, el programa general de trabajo y la vida útil propuesta para el proyecto de extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, en consecuencia, una vez obtenida la autorización correspondiente, el promovente dará cumplimiento a todas las obligaciones administrativas derivadas de la resolución que emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, incluyendo la presentación de los avisos que resulten procedentes respecto al inicio de las actividades, la conclusión del proyecto o cualquier modificación que deba notificarse conforme a la legislación ambiental vigente.

Durante toda la vida útil del proyecto se mantendrá el cumplimiento permanente de las condicionantes ambientales que, en su caso, sean establecidas por la autoridad competente, garantizando que el aprovechamiento del recurso pétreo se realice bajo un esquema de legalidad, responsabilidad ambiental y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

II.3 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

II.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT representa el principal instrumento de política ambiental orientado a regular la organización funcional del territorio nacional mediante la incorporación de criterios ecológicos en los procesos de planeación del desarrollo, su finalidad consiste en orientar la distribución espacial de las actividades humanas de manera compatible con la capacidad de los ecosistemas, favoreciendo la conservación de los recursos naturales, la prevención del

deterioro ambiental y el aprovechamiento sustentable del territorio, bajo un esquema de coordinación entre los distintos órdenes de gobierno y los diversos sectores productivos.

Este instrumento deriva de las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, ordenamientos que establecen la obligación de incorporar la dimensión ambiental en los procesos de planeación territorial y en la ejecución de obras o actividades susceptibles de modificar las condiciones naturales del entorno , por lo que, el POEGT proporciona el marco de referencia para evaluar la compatibilidad ambiental de los proyectos con las características biofísicas y las políticas de manejo definidas para cada unidad territorial.

Como parte del análisis de congruencia territorial del proyecto, se realizó la consulta de la cartografía oficial disponible en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), identificándose que el proyecto por nombre: "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, distrito de Ixtlán, Oaxaca", se ubica dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 70, la cual integra un conjunto de estrategias ambientales encaminadas a promover la conservación de los ecosistemas, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la protección del recurso hídrico, la restauración ambiental, el fortalecimiento del desarrollo social y la adecuada gestión del territorio.

Vinculación con el proyecto

Las obras y actividades previstas mantienen correspondencia con las estrategias establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 70, debido a que el aprovechamiento de materiales pétreos se desarrollará mediante un esquema de extracción técnicamente controlado, circunscrito exclusivamente al polígono autorizado dentro del cauce del Río Molino, respetando el volumen máximo de extracción autorizado, la dinámica hidráulica del cauce y las condiciones geomorfológicas que caracterizan al sistema fluvial.

La ejecución del proyecto no contempla intervenciones que modifiquen de manera permanente la configuración física del río, tales como canalizaciones, rectificaciones, represamientos, desvíos del flujo o la construcción de infraestructura hidráulica permanente. Por el contrario, las actividades se limitarán al retiro selectivo de depósitos aluviales acumulados naturalmente, procurando mantener la estabilidad del cauce y la continuidad de los procesos hidrológicos y ecológicos que ocurren en el sitio.

De igual forma, el diseño del proyecto incorpora un conjunto de medidas preventivas, correctivas y de seguimiento ambiental orientadas a reducir los impactos potenciales sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de la región ecologica, entre ellas destacan el control de emisiones de polvo y ruido, la delimitación de las áreas de trabajo, la protección de la vegetación ribereña, el manejo adecuado de residuos, la prevención de derrames de combustibles y lubricantes, así como la ejecución del mantenimiento preventivo de la maquinaria fuera del área de extracción, medidas que contribuyen a preservar la calidad ambiental y la funcionalidad ecológica del cauce.

Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto favorecerá la contratación de personal,

la adquisición de insumos y la prestación de servicios provenientes del municipio de Nuevo Zoquiápam y localidades cercanas, generando beneficios económicos para la población local sin comprometer la integridad ambiental del territorio.

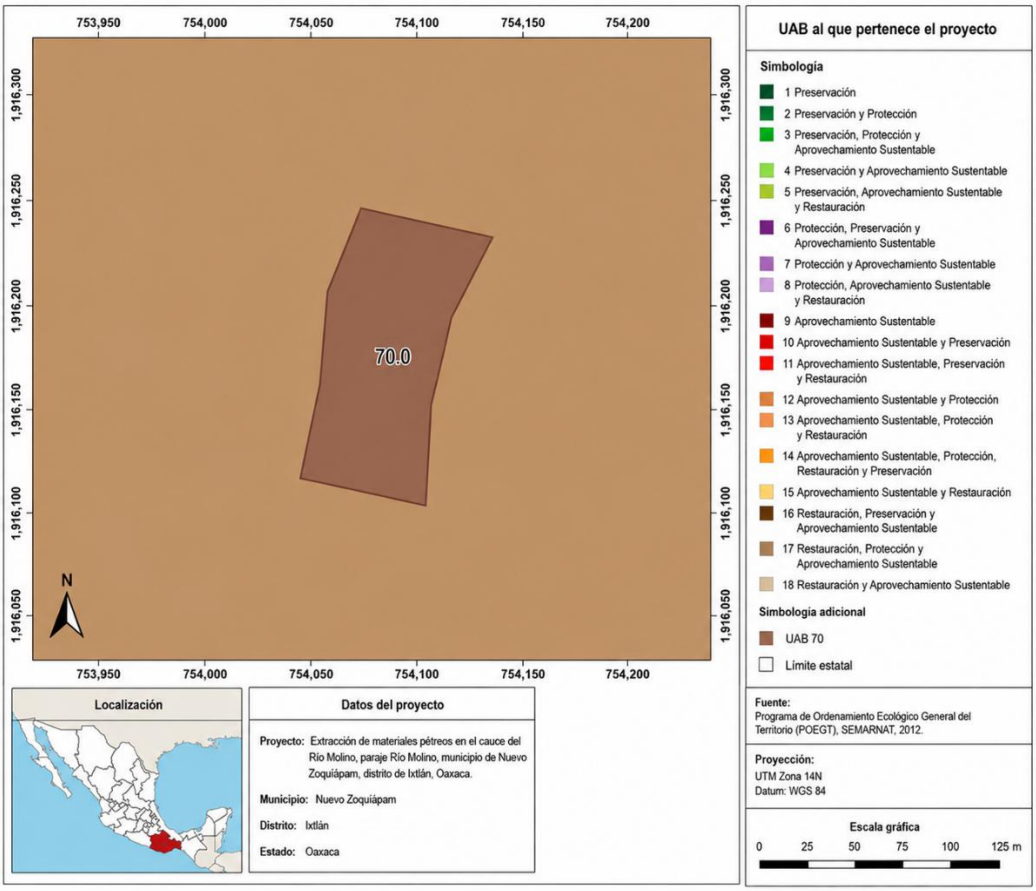


Figura II.1. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT (UAB 70).

A continuación, se presentan las estrategias sectoriales presentes en esta UAB y su vinculación con el proyecto:

Tabla II.2. Vinculación de las estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (UAB 70)

Estrategia	Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio A) Preservación	
1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto mantiene vinculación con esta estrategia, debido a que las actividades de extracción se desarrollarán exclusivamente dentro del polígono autorizado por las dependencias correspondientes, evitando la remoción innecesaria de vegetación ribereña y aplicando medidas de prevención y mitigación que permitan conservar las condiciones ecológicas del sitio.
2. Recuperación de especies en	El proyecto no contempla programas específicos de

riesgo.	recuperación de especies en riesgo; sin embargo, previo al inicio de las actividades se realizarán recorridos de inspección para verificar la ausencia de ejemplares de flora y fauna bajo alguna categoría de protección, implementándose las medidas ambientales establecidas en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	La presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora la caracterización de la región ecologica, la identificación de impactos y un programa de seguimiento ambiental que permitirá verificar la eficacia de las medidas de prevención, mitigación y control durante la operación del proyecto.
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto presenta vinculación directa con esta estrategia, ya que el aprovechamiento de materiales pétreos se realizará bajo criterios de sustentabilidad, limitando el volumen anual autorizado, respetando la dinámica natural del cauce y aplicando medidas para evitar procesos de degradación ambiental.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica, debido a que el proyecto no contempla actividades agrícolas ni pecuarias, ni incide sobre terrenos destinados a dichos usos.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica, toda vez que el proyecto no considera obras de infraestructura hidroagrícola ni actividades relacionadas con el desarrollo agrícola.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No aplica, debido a que el proyecto no contempla aprovechamiento forestal ni cambio de uso del suelo en terrenos forestales.
8. Valoración de los servicios ambientales.	No aplica de manera directa, ya que el proyecto no incorpora esquemas específicos de pago o valoración económica de servicios ambientales; sin embargo, las medidas ambientales propuestas favorecen la conservación de las funciones ecológicas del cauce.
C) Protección de los recursos naturales	
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto mantiene vinculación con esta estrategia al no modificar el régimen hidrológico del Río Molino, evitando la construcción de obras que alteren el flujo natural del agua y restringiendo la extracción al material pétreo acumulado dentro del cauce.
10. Reglamentar para su protección el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de agua superficial o subterránea.
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No aplica, debido a que el proyecto no se localiza en infraestructura hidráulica administrada por CONAGUA ni contempla acciones relacionadas con presas.
12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto mantiene vinculación mediante la implementación de medidas de manejo ambiental destinadas a prevenir la contaminación del suelo, agua y

	aire, así como a minimizar las afectaciones sobre la flora y fauna presentes en el área de influencia.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No aplica, debido a que durante ninguna etapa del proyecto se utilizarán agroquímicos, fertilizantes o biofertilizantes.
D) Restauración	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica ya que el proyecto no se desarrolla sobre ecosistemas forestales ni suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas	
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El proyecto mantiene vinculación con esta estrategia al consistir en el aprovechamiento controlado de materiales pétreos, recurso natural no renovable cuya extracción contribuirá al abastecimiento regional de agregados para la construcción bajo criterios de sustentabilidad ambiental.
15 Bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras.	No aplica debido a que el proyecto no constituye una actividad minera regulada por la Ley Minera.
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica, debido a que el proyecto no corresponde al sector turístico.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica, debido a que las actividades proyectadas no guardan relación con el desarrollo turístico regional.
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional.	No aplica, debido a que el proyecto no contempla infraestructura ni servicios turísticos.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana

Estrategia	Vinculación
24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza.	La estrategia presenta una vinculación indirecta, ya que durante la operación del proyecto se generarán empleos temporales y derrama económica que contribuirán al fortalecimiento de la economía de las familias de la región.
25. Prevenir y atender los riesgos naturales.	El proyecto mantiene vinculación mediante la implementación de medidas de seguridad, programas de atención a contingencias y acciones preventivas descritas en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	El proyecto incorporará señalización y medidas preventivas que reducen los riesgos asociados a las actividades de extracción.
27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.	No aplica, debido a que el proyecto no contempla la construcción de infraestructura hidráulica o sanitaria.
28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Durante la ejecución del proyecto se evitará la contaminación del cauce, evitando el vertimiento de residuos al Río Molino.
29. Posicionar el tema del agua	Presenta una vinculación indirecta, al promover el uso

como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	responsable del recurso hídrico y evitar afectaciones a la calidad del agua durante la operación del proyecto.
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas.	El proyecto favorecerá la contratación de mano de obra local y la adquisición de bienes y servicios en el municipio, contribuyendo al desarrollo económico regional.
34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación al desarrollo nacional.	La ejecución del proyecto contribuirá a la generación de empleos e ingresos para la población local, fortaleciendo la economía del municipio.
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural.	No aplica, debido a que el proyecto no contempla programas de seguridad social.
36. Promover la diversificación de las actividades productivas.	El proyecto fortalecerá la actividad económica regional mediante el suministro de materiales pétreos requeridos para obras de infraestructura y construcción.
37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo.	La contratación de personal se realizará sin discriminación, privilegiando la participación de habitantes del municipio en igualdad de oportunidades.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica de manera directa, aunque la generación de empleo representa un beneficio económico complementario para la población local.
40. Atender las necesidades de los adultos mayores.	No aplica, debido a que el proyecto no contempla programas de asistencia social dirigidos a este sector de la población.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social.	No aplica, por no corresponder al objeto del proyecto.

Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y coordinación institucional

Estrategia	Vinculación
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto mantiene vinculación con esta estrategia, ya que se desarrollará dentro del área autorizada por el promovente y respetando los derechos agrarios y de propiedad que correspondan al sitio del proyecto.
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria.	No aplica, debido a que el proyecto no contempla acciones relacionadas con la actualización del catastro rural o la administración de información agraria.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional.	El proyecto resulta compatible con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, al desarrollarse conforme a la política ambiental aplicable a la UAB 70, respetando la legislación ambiental vigente y aplicando medidas que favorecen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la conservación del equilibrio ecológico.

A partir de lo anterior, se concluye que el proyecto resulta compatible con las directrices de manejo establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica 70 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, toda vez que las actividades propuestas se desarrollarán bajo criterios de prevención, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, incorporando medidas de manejo ambiental que permiten minimizar los impactos

potenciales y mantener el equilibrio ecológico del área de influencia.

II.3.2 Unidades de Manejo Ambiental (UGA)

Las estrategias ecológicas contenidas en el POERTEO representan el conjunto de objetivos, programas y acciones orientados a alcanzar el estado ambiental deseable de cada Unidad de Gestión Ambiental, promoviendo un equilibrio entre la conservación de los ecosistemas, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el desarrollo de las actividades productivas compatibles con la vocación del territorio, por lo que, la evaluación de la compatibilidad del proyecto no se limita al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, sino que comprende el análisis de su contribución al cumplimiento de los objetivos ambientales definidos para la UGA en la que se localiza.

El proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Oaxaca", se desarrollará dentro de una UGA cuya política prioriza la conservación de los ecosistemas mediante un aprovechamiento racional de los recursos naturales, por lo que las actividades propuestas fueron diseñadas bajo criterios preventivos que permiten mantener la funcionalidad ecológica del sistema fluvial, conservar la vegetación aledaña, proteger la biodiversidad, prevenir la contaminación del agua y del suelo, así como evitar modificaciones permanentes sobre la dinámica natural del cauce. En los apartados siguientes se presenta la vinculación específica del proyecto con las estrategias estatales en materia de agua, biodiversidad, suelo, cambio climático y demás componentes ambientales contemplados en el POERTEO, demostrando la compatibilidad de las obras y actividades propuestas con los objetivos de conservación y aprovechamiento sustentable establecidos para la UGA 42.

Figura II.2. Ubicación del proyecto con respecto al POERTEO (UGA 042).

Uga	Política	Uso recomendado	Usos condicionados	Usos NO recomendados	Sin aptitud	Tipos de cobertura a 2011	Lineamiento a 2025	Vinculación
42	Conservación con aprovechamiento	Forestal, Apícola	Industria, Minería, Industria eólica	Ecoturismo, turismo	Agrícola, acuícola, asentamientos humanos, ganadería	Agr 8.07%; AH 0.00%; BCon 15.23%; BCyL 32.71%; BEn 2.50%; BMM 28.12%; CA 0.00%; MX 0.23%; Pzl 1.24%; SCyS 4.42%; SPyS 7.46%; Sinvg 0.00%; VA 0.00%	Conservar y aprovechar las 590,864 ha de bosques y selvas para actividades forestales y apícolas principalmente, buscando que las 60,669 ha productivas de la uga transiten de actividades agropecuarias hacia actividades de tipo industrial, minero o de servicios ambientales para disminuir el nivel de presión sobre los ecosistemas.	El proyecto es congruente con la política de conservación con aprovechamiento de la UGA 42, ya que contempla la extracción controlada de materiales pétreos acumulados en el cauce del Río Molino. No implica cambio de uso del suelo forestal, remoción de vegetación, apertura de nuevas áreas ni infraestructura permanente. El aprovechamiento se limitará al polígono autorizado, respetando la dinámica hidrológica y las márgenes. Además, se aplicarán medidas para prevenir contaminación,

								erosión, afectaciones a la biodiversidad y manejo inadecuado de residuos.

Las estrategias de biodiversidad del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) tienen como finalidad promover la conservación, protección y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, mediante acciones orientadas a preservar la diversidad biológica, fortalecer el manejo comunitario de los recursos naturales y fomentar el conocimiento, monitoreo y seguimiento de la flora, fauna y sus hábitats, por lo que, se analiza la congruencia del proyecto con los objetivos, programas y acciones aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 42, demostrando que las obras y actividades propuestas incorporan medidas de prevención, mitigación, supervisión y manejo ambiental que permiten conservar la funcionalidad ecológica del cauce del Río Molino, proteger la biodiversidad y mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el área de influencia, en concordancia con los lineamientos establecidos por el POERTEO.

Estrategias de Biodiversidad

Rubro	Conservación de la biodiversidad
Objetivo específico	**Promover e impulsar la preservación de la biodiversidad.**
Programas y acciones	Programa de Conservación Comunitaria de la Biodiversidad (COINBIO); Proyecto Manejo y Conservación de Recursos Naturales en Zonas Indígenas (MANCON); implementación de programas de reproducción y repoblación de especies prioritarias; instalación y operación de viveros comunitarios para producción de especies nativas; elaboración de programas para la conservación de bosques y ecosistemas; Programa de Pago por Servicios Ambientales mediante Fondos Concurrentes; Programa de Empleo Temporal (PET-SEMARNAT); Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales y demás acciones orientadas a la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas.
Actores estratégicos	SEMARNAT, CONAFOR, CONANP, CONABIO, CDI, IEEDS, PRONAFOR, Instituciones Académicas, Sociedad Civil, Iniciativa Privada, COCYT e INE.
UGAs	39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52 y 53.
Vinculación	El proyecto se vincula con las estrategias de conservación de la biodiversidad mediante un manejo preventivo que limita la extracción a los depósitos aluviales y al polígono autorizado, cabe señalar que, previo a las actividades se inspeccionará el sitio para detectar flora y fauna silvestre y, cuando proceda, aplicar medidas de rescate o reubicación. Asimismo, se restringirá el tránsito de maquinaria, se prohibirá la caza y colecta de fauna y se aplicará un manejo

adecuado de residuos. Con estas acciones se reducirán los riesgos sobre los ecosistemas.

Rubro	**Conservación de la biodiversidad**
Objetivo específico	**Ampliar el conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.**
Programas y acciones	Programa de Monitoreo Biológico en Regiones Prioritarias; Programa de Conservación Comunitaria de la Biodiversidad (COINBIO); Proyecto Mixteca; inventarios regionales de flora y fauna; formación de técnicos comunitarios; proyectos para la adopción de tecnologías de uso sustentable; elaboración de ordenamientos territoriales comunitarios; evaluación y monitoreo ambiental.
Actores estratégicos	SEMARNAT, CONANP, CONABIO, CONAFOR, IEEDS, Sociedad Civil, FMAM, WWF, PNUMA, Instituciones Académicas, Iniciativa Privada y Organizaciones No Gubernamentales.
UGAs	39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52 y 53.
Vinculación	El proyecto es congruente con las estrategias de conocimiento y monitoreo de la biodiversidad ya que previamente al inicio de las actividades se realizará una inspección del sitio para identificar especies de interés y, en caso necesario, aplicar medidas de rescate o reubicación, asimismo, el seguimiento ambiental permitirá verificar la eficacia de las medidas de prevención y mitigación, implementando acciones correctivas cuando se requiera, estas acciones contribuirán a la conservación de la biodiversidad y al manejo sustentable de los ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.

Los criterios de regulación ecológica representan el instrumento normativo mediante el cual el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca establece las condicionantes ambientales que deben observar los diferentes sectores productivos para asegurar la conservación de los ecosistemas y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en este sentido, a continuación se analiza la congruencia del proyecto con los criterios de regulación ecológica aplicables a la Unidad de Gestión Ambiental 42.

POLÍTICA/ SECTOR	CLAVE	CRITERIO	FUNDAMENTACION ECOLOGICA	VINCULACIÓN
Protección, Restauración, Conservación	C-007	Queda prohibida la introducción de especies exóticas, salvo en casos en que dichas especies sirvan como medida del reestablecimiento del equilibrio biológico en el	La introducción de especies exóticas es uno de los principales problemas para la conservación de la biodiversidad en Oaxaca y México, en Oaxaca se reportan los siguientes porcentajes: Peces: 93.1% Nativas, 6.9% exóticas; Aves; 99.8% Nativas, 0.2% exóticas, la liberación o introducción de estas	El proyecto no contempla la introducción o utilización de especies exóticas de flora o fauna durante ninguna de sus etapas. Las actividades se limitan al aprovechamiento de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, sin modificar la composición biológica del sitio.

		ecosistema y no compitan con la biodiversidad local	especies en los ecosistemas del estado provoca la desaparición de especies nativas	
Protección, Restauración, Conservación	C-008	Para acciones de reforestación, estas se deberán llevar a cabo con especies nativas, considerando las densidades naturales, de acuerdo a la vegetación existente en el entorno.	La combinación de estrategias de reforestación con especies nativas en conjunto con manejo de la regeneración natural en las áreas de reforestación permite restaurar y mantener la capacidad ecológica de los ecosistemas	El proyecto contempla un programa de reforestación como de las medidas de mitigación; ésta se realizará utilizando exclusivamente especies nativas propias de la vegetación existente en el entorno, respetando la composición florística y las densidades naturales presentes en la zona.
Protección, Restauración, Conservación	C-009	La colecta o extracción de flora, fauna, hongos, minerales y otros recursos naturales o productos generados por estos con cualquier fin, únicamente será posible con el permiso previamente otorgado por la autoridad de medio ambiente y ecología del estado.	Es necesario conocer la biodiversidad del estado con estudios técnicos específicos, que permitan definir estrategias de reproducción o reintroducción de especies ecológicamente importantes, por lo que la colecta o extracción deberá realizarse con fines de investigación, reproducción y reintroducción y de forma controlada.	No se realizarán actividades de colecta de ejemplares de flora, fauna silvestre, hongos u otros recursos biológicos.
Protección, Restauración, Conservación	C-010	Deberán mantenerse y preservarse los cauces y flujos de ríos o arroyos que crucen las áreas bajo política de protección,	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas y subacuáticas, afecta la infiltración y recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de inundación	El proyecto no contempla la construcción de presas, bordos, canalizaciones, desvíos ni obras que modifiquen la morfología o el régimen hidrológico del Río Molino. La extracción de materiales pétreos se realizará dentro del polígono autorizado, respetando la geometría natural del cauce, la profundidad

		conservación o restauración.		permitida y la estabilidad de las márgenes. Asimismo, no se depositarán residuos ni materiales sobre el cauce.
Restauración, Conservación	C-012	Las actividades productivas y recreativas deberán realizarse fuera de las zonas de anidación, reproducción y alimentación de la fauna silvestre.	Las actividades productivas dentro de áreas de anidación, reproducción y alimentación afectan los patrones de distribución de la fauna, y pueden provocar su desaparición en la zona	El proyecto no se ubica en áreas identificadas como sitios permanentes de anidación o reproducción de fauna silvestre. Como medida preventiva, antes del inicio de las actividades se realizará una inspección del área y, en caso de localizar ejemplares de fauna, se permitirá su desplazamiento natural o se aplicarán medidas de rescate y reubicación cuando sea necesario. Las actividades se desarrollarán únicamente dentro del polígono autorizado y en horario diurno.
Transveral	C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	Las zonas riparias tienen una alta biodiversidad de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, son el refugio de especies vulnerables de plantas y animales, proveen de hábitat y actúan como corredores para el movimiento entre parches de vegetación en el paisaje fragmentado de especies de fauna.	El proyecto es congruente con el presente criterio de regulación ecológica, ya que contempla la conservación de las zonas riparias asociadas al cauce del Río Molino durante todas las etapas de ejecución.
Transversal	C-014	No se permiten las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas y subacuáticas, afecta la infiltración y recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de inundación	El proyecto no contempla obras o actividades que impliquen la modificación permanente del cauce natural del Río Molino ni de los flujos hidrológicos superficiales. El aprovechamiento de materiales pétreos se realizará sobre depósitos aluviales existentes, respetando la geometría natural

		perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.		del cauce, la profundidad máxima autorizada y la estabilidad de las márgenes, sin construir presas, bordos, canalizaciones, desvíos, encauzamientos o cualquier otra infraestructura hidráulica. La extracción será de carácter selectivo y controlado, permitiendo que el río continúe desarrollando sus procesos naturales de escurrimiento y transporte de sedimentos. Asimismo, las actividades se programarán preferentemente durante la época de estiaje para reducir riesgos asociados a crecientes y evitar afectaciones a la dinámica hidráulica del cauce. Bajo estas condiciones, el proyecto mantiene las características hidrológicas del sistema fluvial y resulta plenamente congruente con el presente criterio de regulación ecológica.
Transversal	C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m	Las áreas riparias usualmente mantienen una biodiversidad alta de flora y fauna en comparación con las áreas no riparias, funcionan en muchos casos como refugio de especies vulnerables de plantas y animales o corredores naturales de fauna.	Para llevar a cabo el proyecto no se realizará cambio de uso del suelo forestal y el tránsito de maquinaria se restringirá al polígono autorizado, favoreciendo la conservación y regeneración natural de la vegetación.
Transversal	C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y	El 40% de las viviendas en Oaxaca reporten quemar su basura, lo que implica impactos negativos al ambiente por generación de CO2, de otros gases tóxicos y riesgo de incendios entre los más importantes.	El proyecto es compatible con el presente criterio al no contemplar la quema de residuos sólidos, vegetación, envases, aceites usados o cualquier otro material durante ninguna de las etapas de desarrollo. Todos los residuos sólidos urbanos generados por el personal serán recolectados de manera diferenciada y trasladados para su disposición conforme a los

		educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.		servicios municipales o sitios autorizados, mientras que los residuos de manejo especial y residuos peligrosos, en caso de generarse, serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente y entregados a empresas autorizadas para su transporte y disposición final. Adicionalmente, previo al inicio de las actividades se impartirán pláticas de inducción ambiental al personal, enfatizando la prohibición de realizar quemas a cielo abierto y la obligación de mantener limpias las áreas de trabajo. Estas acciones contribuyen a prevenir emisiones contaminantes, reducir el riesgo de incendios y proteger la calidad ambiental del área de influencia, garantizando el cumplimiento del presente criterio de regulación ecológica.
Todas- AH, minería, industria, turismo	C-029	Se prohíbe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	La construcción de presas, represas o cualquier infraestructura hidráulica afecta el balance hidrológico de la cuenca donde se construye, puede ocasionar la pérdida de la biodiversidad acuática, además de afectar los servicios ambientales brindados por los humedales, por los ecosistemas de las riberas y estuarios adyacentes.	El proyecto no contempla la disposición de materiales o residuos sobre el cauce, las márgenes o áreas con vegetación nativa. El material pétreo será cargado directamente a los camiones para su traslado, evitando depósitos temporales dentro del río. Asimismo, los residuos sólidos serán recolectados y dispuestos en sitios autorizados, mientras que el mantenimiento y abastecimiento de combustible de la maquinaria se realizarán fuera del área del proyecto. Con estas medidas se evita la alteración del cauce y se garantiza el cumplimiento de este criterio de regulación ecológica.
Todas- AH, turismo, ecoturismo, industria	C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá	Alterar el cauce natural de los ríos afecta la distribución de especies de flora y fauna acuáticas y subacuáticas, afecta la infiltración y	No aplica.

		diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural (ver mapa de riesgos de inundación del POERTEO).	recarga de mantos freáticos y puede dar origen a riesgos de inundación	
Todas-Apícola	C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	Los basureros y centros industriales que procesen cualquier tipo de alimento son fuentes potenciales de alimento para las abejas (poblaciones naturales e introducidas), sin embargo también representan fuentes de contaminación en la producción de miel, esto reduce la calidad de la miel, y afecta también la salud de las colmenas, disminuye la capacidad polinizadora de las abejas, y a largo plazo puede generar la desaparición de especies endémicas y del sector productivo	No aplica.
Todas-Apícola	C-035	No se utilizarán repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, productos químicos y/o derivados del petroleo para el control de plagas en apiarios.	La utilización de productos químicos en el manejo de abejas afecta la salud de la colmena y reduce la calidad de la miel	No aplica.

Todas-Apícola	C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, se prohíbe la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel.	La utilización de productos químicos en el manejo de abejas afecta la salud de la colmena y reduce la calidad de la miel	No aplica.
Conservación-Forestal	C-038	Se deberá realizar un programa de manejo forestal en aquellos predios destinados al aprovechamiento de dicho sector, con sus respectivas medidas de saneamiento y reforestación.	El manejo adecuado de recursos forestales establecido en un plan de manejo permite mantener a largo plazo la actividad económica sustentable, así como asociarla con actividades de conservación y uso para otras actividades económicas (turismo, ecoturismo, apícola, etc.)	No aplica.
Todas-Forestal	C-039	La autoridad competente estatal deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	La cobertura de bosque de Encino y Encino Pino se a reducido en más del 50% en la última década, después del Bosque Mesófilo, el Bosque de Encino es el más biodiverso del estado	No aplica.
Todas-Industria	C-045	Solo se permitirá el establecimiento de industrias	La contaminación por residuos peligrosos de ríos y mantos freáticos es un grave problema es	No aplica.

		que manejen desechos peligrosos a una distancia mínima de 5km de desarrollos habitacionales o centros de población.	un grave problema de salud pública y para la conservación de especies naturales	
Todas-Industria	C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados.	La eliminación de sustancias químicas que han contaminado suelo o agua es necesaria para la preservación de la flora y fauna, así como para garantizar la continuidad de los servicios ambientales	El proyecto es congruente con el presente criterio, ya que contempla medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo durante todas las etapas de ejecución. El mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria se realizará fuera del sitio de extracción, reduciendo significativamente el riesgo de derrames de combustibles, aceites o lubricantes. No obstante, en caso de presentarse alguna contingencia ambiental, se implementarán de manera inmediata acciones de control, contención, recolección del material contaminado y restauración del área afectada, conforme al Programa de Prevención y Atención de Contingencias Ambientales.
Todas-Industria (energía alternativa)	C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno	Los generadores eólicos de aspas verticales rotatorias han afectado las poblaciones de especies voladoras nativas y migratorias, principalmente en el corredor natural de aves en la región del Istmo	No aplica.
Aprovechamiento-Minería	C-048	Sólo se deberán otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad	La utilización de explosivos en actividades mineras es en ocasiones necesario, sin embargo, afecta notablemente a la vida silvestre, por ruido	El proyecto es congruente con el presente criterio debido a que el aprovechamiento de materiales pétreos se realizará exclusivamente mediante medios mecánicos utilizando una retroexcavadora y camiones

		minera en áreas con política de aprovechamiento.	contaminación de aire y agua, esto debe evitarse es zonas de alta biodiversidad, ANP y áreas de conservación.	de volteo, sin emplear explosivos en ninguna etapa del proyecto.
Conservación, restauración-Minería	C-049	Se permite el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos cuando la extracción coadyuve a la rectificación del cauce o no afecte el cauce natural del mismo.	La sobreexplotación de material pétreo en los lechos de ríos puede alterar el curso del rio y generar debilitamiento de sus márgenes provocando erosión y posibles desbordamientos e inundaciones.	El proyecto es congruente con este criterio, ya que contempla el aprovechamiento controlado de materiales pétreos acumulados en el cauce del Río Molino, sin modificar su geometría ni su funcionamiento hidráulico. La extracción se realizará dentro del polígono autorizado y conforme a la profundidad establecida, evitando procesos erosivos, afectaciones al nivel freático o alteraciones del cauce. Asimismo, no se construirán obras que modifiquen el flujo natural del río, por lo que el proyecto es compatible con el aprovechamiento sustentable y la conservación de la dinámica fluvial, cabe señalar que se anexa el Estudio Hidrológico, hidráulico y topográfico para el presente proyecto.

II.3.3. Área Natural Protegida

Con la finalidad de determinar la posible incidencia del proyecto sobre áreas sujetas a algún régimen de protección ambiental, se realizó la revisión espacial del polígono correspondiente al proyecto de extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, distrito de Ixtlán, Oaxaca, respecto de la delimitación de las Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, estatal y municipal identificadas para la región.

A partir de la superposición cartográfica del polígono del proyecto con las capas disponibles de Áreas Naturales Protegidas, no se identificó coincidencia espacial ni superposición del sitio del proyecto con alguna Área Natural Protegida de competencia federal, estatal o municipal (Figura III.3), las obras y actividades propuestas no se desarrollan dentro de un polígono decretado bajo alguna de estas categorías de protección, esta condición implica que el proyecto no ocupa superficie perteneciente a un Área Natural Protegida, por lo que no se encuentra sujeto a las disposiciones particulares de un decreto o programa de manejo de ANP derivadas exclusivamente de su ubicación dentro de alguna de ellas.

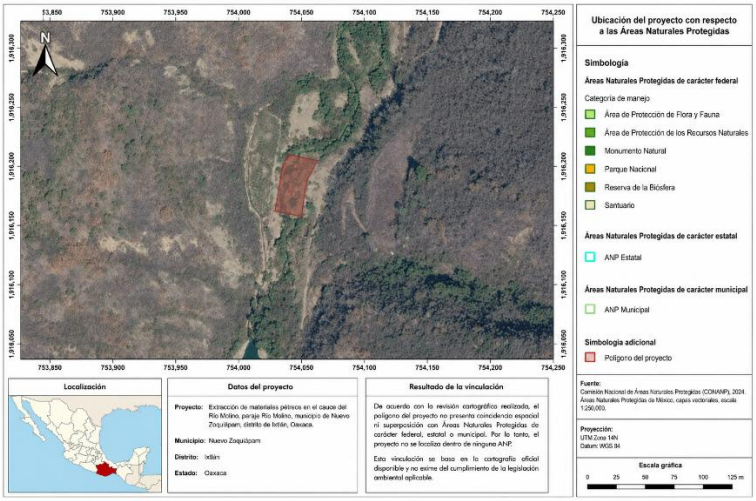


Figura II.3. Ubicación del proyecto con respecto Área Natural Protegida (ANP) Federal, Estatal o Municipal.

II.4 PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO

II.4.1 Vinculación con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible constituye un marco internacional de actuación orientado a conciliar el crecimiento económico, el bienestar social y la protección ambiental mediante 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus respectivas metas, estos objetivos reconocen que el desarrollo debe sustentarse en el uso eficiente de los recursos naturales, la construcción de infraestructura resiliente, la reducción de las desigualdades territoriales, la protección de los ecosistemas y la adopción de modalidades responsables de producción y consumo.

Aunque los Objetivos de Desarrollo Sostenible no constituyen por sí mismos autorizaciones ambientales ni sustituyen el cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables, representan un marco de referencia para valorar la contribución de los proyectos a las políticas de desarrollo sustentable, en este sentido, el proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, Estado de Oaxaca" guarda relación con los ODS 8, 9, 11, 12, 13 y 15, debido a que plantea un aprovechamiento controlado de depósitos aluviales destinado exclusivamente al suministro de materiales para obras comunitarias, acompañado de medidas de prevención, mitigación, restauración y vigilancia ambiental.

La vinculación del proyecto con la Agenda 2030 presenta una perspectiva integral, por una parte, el aprovechamiento de materiales pétreos constituye una fuente local de insumos para la conservación, rehabilitación o construcción de infraestructura comunitaria, lo que puede disminuir los costos económicos y ambientales asociados al traslado de materiales desde bancos ubicados a mayores distancias, por otra, la extracción se desarrollará dentro de un polígono de 1,640.00 m², con un volumen anual máximo de 1,200.00 m³, una vida útil de cinco años y un volumen total de 6,000.00 m³.

Asimismo, el proyecto no contempla trituración, uso de explosivos, construcción de infraestructura hidráulica, canalización, rectificación permanente, instalación de presas o desvío de la corriente, la extracción será mecánica y selectiva, mediante una retroexcavadora y camiones de volteo, respetando una profundidad promedio de 0.30 m o aquella que determine la Comisión Nacional del Agua, estas características permiten reducir la intensidad de la intervención y favorecen la compatibilidad del aprovechamiento con los principios de uso eficiente de los recursos naturales, prevención de la degradación ambiental y conservación de los ecosistemas.

Tabla II.3. Vinculación del proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Objetivo de Desarrollo Sostenible	Alcance relacionado	Vinculación con el proyecto
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico	Promover un crecimiento económico sostenido, inclusivo y compatible con el uso eficiente de los recursos.	El aprovechamiento generará empleo temporal y actividad económica local, además de proporcionar materiales destinados a obras de beneficio comunitario.
ODS 9. Industria, innovación e infraestructura	Construir infraestructura resiliente y promover procesos compatibles con el desarrollo sostenible.	Los materiales pétreos serán destinados a obras comunitarias y podrán apoyar la construcción, rehabilitación o conservación de infraestructura local, caminos y equipamiento básico.
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles	Favorecer asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.	El abastecimiento local de materiales contribuye al mejoramiento de infraestructura y servicios comunitarios, reduciendo costos de traslado y fortaleciendo las capacidades de la localidad de Nuevo Zoquiápam.
ODS 12. Producción y consumo responsables	Promover el uso eficiente de los recursos naturales y reducir los impactos ambientales derivados de las actividades productivas.	La extracción se realizará de manera gradual, limitada al volumen autorizado y dentro del polígono aprobado, el proyecto no contempla trituración ni explosivos y establece medidas para la correcta gestión de residuos y el mantenimiento externo de la maquinaria.
ODS 13. Acción por el clima	Incorporar medidas de prevención y adaptación frente a los riesgos climáticos y ambientales.	Las actividades se programarán preferentemente durante la época de estiaje, se evitará modificar los flujos del río y se mantendrá libre el cauce de residuos y obstáculos que pudieran incrementar la vulnerabilidad ante avenidas extraordinarias.
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres	Proteger los ecosistemas, detener la degradación del suelo y reducir la	Para realizar el presente proyecto no se realizará cambio de uso del suelo forestal y se aplicarán medidas de protección,

	pérdida de biodiversidad.	desplazamiento, rescate o reubicación de fauna cuando resulte necesario.

II.4.2 Planes de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025, se estructura en cuatro ejes generales: gobernanza con justicia y participación ciudadana; desarrollo con bienestar y humanismo; economía moral y trabajo; y desarrollo sustentable, también incorpora como ejes transversales la igualdad sustantiva y los derechos de las mujeres, la innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional y los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

Por su parte, el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022–2028 constituye el instrumento rector de la planeación estatal y establece los ejes de bienestar, gobierno honesto, seguridad y justicia, crecimiento económico e infraestructura y servicios públicos, acompañados por criterios transversales de sostenibilidad, interculturalidad e inclusión. El Gobierno del Estado mantiene el documento dentro de su portal oficial de instrumentos de planeación.

Tabla II.4. Vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2025-2030) y Plan Estatal de Desarrollo (PED 2022-2028).

Nivel de planeación	Instrumento, eje u objetivo	Relación con el proyecto	Medidas o componentes que acreditan la congruencia
Nacional	PND 2025–2030. Eje general 2: Desarrollo con bienestar y humanismo	El aprovechamiento tiene como finalidad aportar materiales para obras comunitarias y atender necesidades colectivas de infraestructura.	Destino comunitario del material; generación potencial de empleo temporal y reducción de costos de suministro.
Nacional	PND 2025–2030. Eje general 3: Economía moral y trabajo	El proyecto impulsa una actividad productiva local bajo un esquema de beneficio comunitario y aprovechamiento regulado.	Participación de la Comunidad de Bienes Comunales; uso de recursos locales; empleo de maquinaria y transporte local; cumplimiento de autorizaciones.
Nacional	PND 2025–2030. Eje general 4: Desarrollo sustentable	El aprovechamiento se encuentra condicionado a la conservación del cauce, la biodiversidad y los recursos naturales.	Extracción selectiva; ausencia de explosivos y trituración; cumplimiento de medidas de mitigación, preventivas y compensación.
Nacional	Eje transversal: Derechos de los pueblos y comunidades	El promovente es una comunidad agraria que busca utilizar responsablemente	Participación comunitaria, beneficio común, respeto a las decisiones agrarias y observancia de la

	indígenas y afromexicanas	recursos de su territorio para atender necesidades colectivas.	legislación ambiental y de aguas nacionales.
Estatal	PED Oaxaca 2022–2028. Eje 1: Estado de Bienestar	El proyecto podrá contribuir al mejoramiento de las condiciones materiales de la comunidad mediante el suministro de insumos para obras públicas y comunitarias.	Material destinado a caminos, obras básicas y equipamiento comunitario, conforme a las necesidades y acuerdos de la comunidad.
Estatal	PED. Eje 4: Crecimiento y Desarrollo Económico para las ocho regiones	Favorece una actividad local de alcance limitado, vinculada con la utilización responsable de recursos disponibles en el territorio.	Aprovechamiento anual controlado de 1,200.00 m^3; beneficio local; reducción de costos de adquisición y transporte.
Estatal	PED. Eje 5: Infraestructura y Servicios Públicos para el Desarrollo de Oaxaca	El material constituye un insumo para acciones de construcción, conservación o rehabilitación de infraestructura comunitaria.	Destino exclusivo a obras comunitarias; apoyo a caminos rurales, equipamiento y otras obras de interés colectivo.
Estatal	Objetivo 5.2: Fortalecer la infraestructura vial a cabeceras, agencias y localidades	La disponibilidad de material pétreo local puede apoyar el mejoramiento y mantenimiento de caminos de acceso y comunicación comunitaria.	Extracción de material en greña para su transporte directo a los frentes de obra que determine la comunidad.
Estatal	Estrategia 5.2.1: Intervenir caminos rurales	El proyecto puede suministrar materiales necesarios para construir, rehabilitar, conservar o mejorar caminos rurales.	Material aluvial de uso comunitario; reducción de distancias de traslado y de costos operativos.
Estatal	Eje transversal: Desarrollo sostenible y cambio climático	La ejecución se condiciona a la prevención de impactos, la conservación de la vegetación y el mantenimiento de la dinámica fluvial.	Operación controlada de la extracción de los materiales pétreos; mantenimiento de maquinaria fuera del sitio; prohibición de quemas; prevención de derrames y procesos erosivos.

II.5 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

Como parte del análisis de los instrumentos de conservación de la biodiversidad aplicables al área de influencia del proyecto, se verificó la ubicación espacial del sitio respecto de las RTP definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), estas regiones constituyen unidades territoriales identificadas a escala nacional por concentrar elevados niveles de biodiversidad, representatividad de ecosistemas, procesos ecológicos relevantes y especies de flora y fauna de importancia para la conservación, por lo que representan una referencia técnica para la planeación ambiental y la evaluación de proyectos susceptibles de generar impactos sobre el patrimonio natural del país.

Del análisis cartográfico realizado se determinó que el proyecto "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, Oaxaca" se localiza dentro de la Región Terrestre Prioritaria No. 130 "Sierras del Norte de Oaxaca–Mixe" (Figura II.4), una región que comprende aproximadamente 19,382 km², distribuidos en los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz, e integra una de las áreas con mayor complejidad fisiográfica, diversidad de ecosistemas y riqueza biológica del país,entre los municipios comprendidos dentro de esta región se encuentra Nuevo Zoquiápam, donde se desarrolla el presente proyecto.

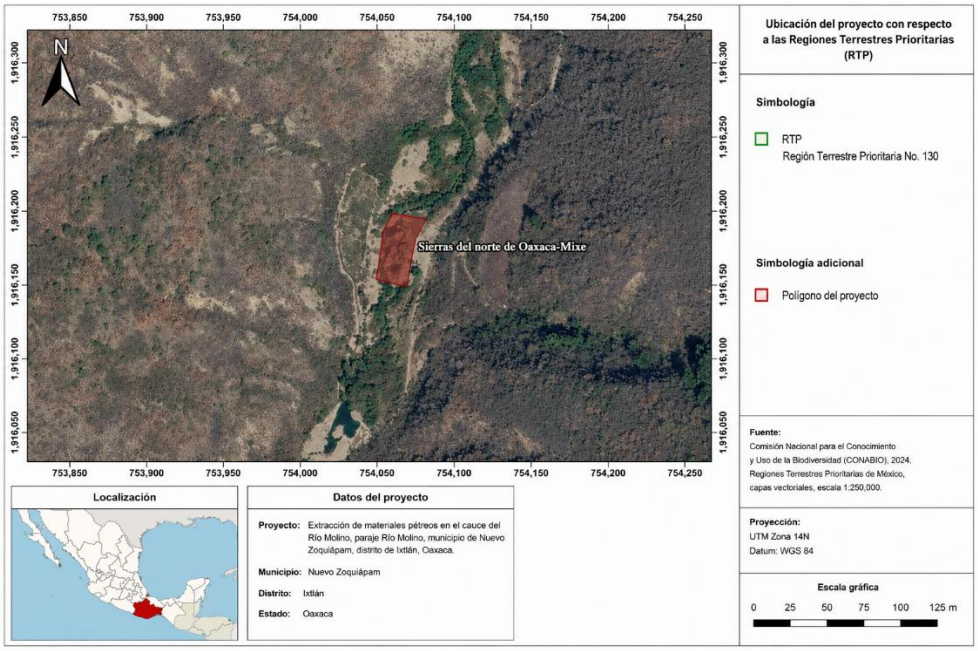


Figura II.4. Ubicación del proyecto con respecto RTP (No. 130).

Tabla II.5. Características generales de la RTP-130

Característica	Descripción
Nombre	Región Terrestre Prioritaria No. 130 "Sierras del Norte de Oaxaca–Mixe"
Institución	CONABIO
Superficie	19,382 km²
Entidades	Oaxaca, Puebla y Veracruz

Municipio del proyecto	Nuevo Zoquiápam

Tabla II.6. Vinculación del proyecto con los atributos de conservación de la RTP-130

Atributo de conservación identificado por CONABIO	Situación del proyecto	Vinculación
Alta diversidad de ecosistemas	El proyecto se desarrolla exclusivamente dentro del cauce del Río Molino.	No implica cambio de uso del suelo forestal ni modificación de los ecosistemas terrestres representativos de la RTP.
Bosques mesófilos y bosques templados	No se realizan actividades dentro de estos ecosistemas.	No existe remoción de bosque mesófilo, bosque de pino, bosque de encino ni selvas representativas de la RTP.
Corredor biológico	Se conserva la continuidad ecológica del sitio.	No se colocarán barreras físicas, presas, bordos o infraestructura que interrumpa el movimiento de fauna.
Alta riqueza de especies	Se implementará Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.	Se minimizarán las afectaciones mediante medidas preventivas y de mitigación ambiental durante las actividades de extracción.
Especies en riesgo y endemismos	Las actividades se desarrollarán procurando minimizar la afectación a la vegetación riparia y a los microhábitats asociados, mediante la delimitación de las áreas de trabajo y el tránsito controlado de la maquinaria.	La extracción será selectiva y únicamente dentro del área autorizada.
Integridad ecológica	El área de aprovechamiento corresponde únicamente a 1,640 m².	La superficie intervenida representa una fracción demasiado baja (0.00000846%) respecto de la extensión total de la RTP.
Servicios ambientales	Se mantiene la dinámica natural del cauce.	No se modificará el patrón hidrológico ni la dirección del flujo del Río Molino.
Problemática	La RTP identifica presiones derivadas	El proyecto no promueve

ambiental regional	de cambio de uso del suelo, ganadería, aprovechamiento forestal y crecimiento poblacional.	ninguna de estas actividades.

Tabla II.7. Resumen entre los objetivos de conservación de la RTP y las medidas ambientales del proyecto

Objetivo de conservación	Medidas propuestas
Conservación de la biodiversidad	Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna; delimitación del área de trabajo; supervisión ambiental.
Protección de ecosistemas	No se realizará cambio de uso del suelo forestal; conservación de vegetación riparia fuera del polígono autorizado; prohibición de tala.
Conservación de corredores biológicos	No construcción de ningún tipo de infraestructura dentro del cauce; libre tránsito de fauna.
Conservación de procesos hidrológicos	No desvío del cauce; no construcción de presas; extracción limitada a la profundidad autorizada por CONAGUA.
Prevención de contaminación	Mantenimiento de maquinaria fuera del sitio; sanitarios portátiles; manejo integral de residuos sólidos y peligrosos; control de derrames.
Aprovechamiento sustentable	Volumen anual limitado (1,200.00 m³); vida útil de cinco años; extracción mecánica selectiva y cumplimiento con las condicionantes señalada por las autoridades competentes (SEMARNAT y CONAGUA).

Vinculación

El análisis realizado permite concluir que el proyecto es compatible con los objetivos de conservación de la Región Terrestre Prioritaria No. 130 "Sierras del Norte de Oaxaca–Mixe", debido a que las actividades propuestas presentan una escala espacial muy reducida respecto de la superficie total de la región, se desarrollan exclusivamente dentro de un polígono previamente delimitado en el cauce del Río Molino y no implican la transformación de ecosistemas forestales, NO se realizará el cambio de uso del suelo, la fragmentación del paisaje ni la interrupción de corredores biológicos.

La extracción de materiales pétreos se realizará bajo un esquema de aprovechamiento controlado, limitado a un volumen anual máximo de 1,200.00 m³, con una superficie de intervención de 1,640.00 m², una vida útil de cinco años y la implementación de medidas de prevención y mitigación orientadas a preservar la funcionalidad ecológica del sistema fluvial y los atributos de conservación que caracterizan a la RTP-130.

II.6 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

Como parte del análisis de los instrumentos técnicos para la conservación de la biodiversidad, se verificó la ubicación del proyecto respecto de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), iniciativa desarrollada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en coordinación con BirdLife

International, CIPAMEX y diversas instituciones académicas, cuyo propósito consiste en identificar aquellas regiones del país que presentan condiciones ecológicas prioritarias para la conservación de las poblaciones de aves residentes, migratorias, endémicas y en alguna categoría de riesgo, las AICAS constituyen una herramienta científica que apoya la planeación ambiental y la definición de prioridades de conservación, proporcionando información sobre la distribución de las especies, los ecosistemas que ocupan y los principales factores que amenazan su permanencia.

Del análisis cartográfico y en el SIEGIA realizado se determinó que el proyecto "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, Oaxaca", se localiza dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves No. 11 "Sierra Norte" (Figura II.5).

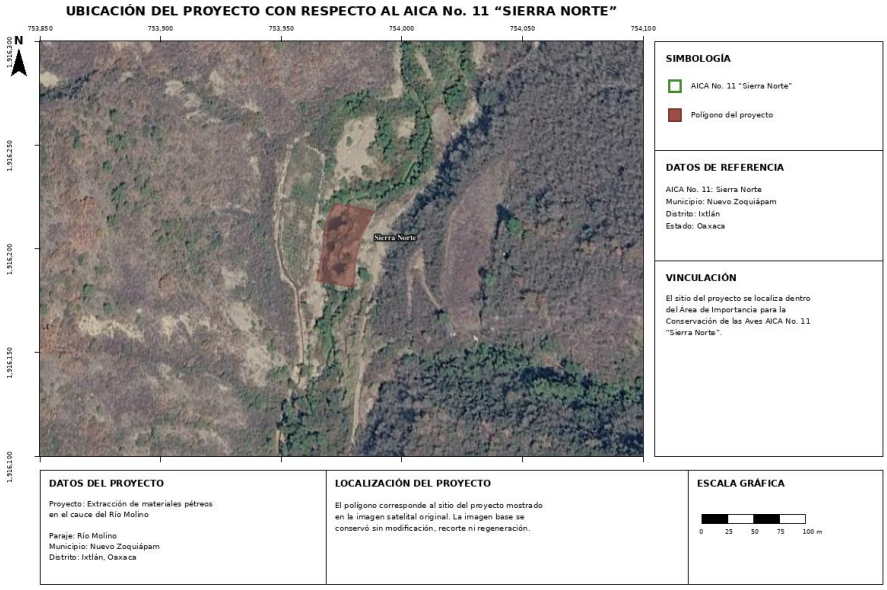


Figura II.5. Ubicación del proyecto con respecto AICA (No. 130).

La AICA Sierra Norte comprende un amplio sistema montañoso que abarca desde aproximadamente 50 m hasta más de 3,700 m sobre el nivel del mar, incluyendo profundos cañones, laderas escarpadas y complejos gradientes climáticos que permiten el desarrollo de bosques tropicales perennifolios, bosques mesófilos de montaña, bosques de coníferas y encino, selvas caducifolias y subcaducifolias, matorrales xerófilos y pastizales, conformando uno de los paisajes con mayor diversidad biológica del país, estas características favorecen la coexistencia de comunidades de aves pertenecientes a diferentes provincias biogeográficas, lo que incrementa significativamente su riqueza específica.

La diversidad de aves está asociada principalmente a la confluencia de las regiones avifaunísticas Sierra Norte, Sierra Madre del Sur y Atlántica, así como a la excelente representación de bosques mesófilos de montaña y bosques templados, considerados entre los ecosistemas con mayor importancia para la conservación en México.

Tabla II.8. Características generales del AICA No. 11 "Sierra Norte"

Característica	Descripción
Nombre	Área de Importancia para la Conservación de las Aves No. 11 "Sierra Norte"
Institución	CONABIO / BirdLife International / CIPAMEX
Tipo de paisaje	Sistema montañoso de alta complejidad fisiográfica
Intervalo altitudinal	Aproximadamente 50 a más de 3,700 msnm
Ecosistemas representativos	Bosque mesófilo de montaña, bosque de pino, bosque de encino, bosque tropical perennifolio, selvas caducifolias y subcaducifolias, pastizales y matorrales xerófilos
Riqueza de aves	Aproximadamente 484 especies
Endemismos	Al menos 66 especies endémicas y cuasiendémicas

Tabla II.9. Vinculación del proyecto con los atributos de conservación del AICA Sierra Norte

Atributo de conservación	Situación del proyecto
Alta riqueza de especies de aves	El proyecto se limita a una superficie de 1,640 m² dentro del cauce del Río Molino.
Bosque mesófilo de montaña	El proyecto no se desarrolla dentro de este ecosistema.
Bosques de pino y encino	No serán intervenidos.
Especies endémicas y cuasiendémicas	Existe potencial de presencia debido a la ubicación regional.
Corredores para aves	El proyecto no incorpora infraestructura permanente.
Perturbación por ruido	Las actividades de extracción se realizarán únicamente en horario diurno, sin operaciones nocturnas para reducir las molestias a la fauna silvestre.

Vinculación

El análisis efectuado permite concluir que el proyecto es compatible con los objetivos de conservación del Área de Importancia para la Conservación de las Aves No. 11 "Sierra Norte", debido a que las actividades propuestas presentan una escala espacial reducida, se desarrollan exclusivamente dentro del cauce del Río Molino y no implican la transformación de los ecosistemas.

Las principales características que motivaron la designación del AICA permanecerán sin alteraciones significativas, ya que el proyecto no contempla cambio de uso del suelo forestal, apertura de nuevos caminos ni construcción de infraestructura permanente, asimismo, se implementarán medidas específicas para reducir la perturbación sobre la avifauna, incluyendo la delimitación del área de trabajo, el rescate y reubicación de fauna cuando resulte necesario, el desarrollo de las actividades exclusivamente en horario diurno y la suspensión temporal de los trabajos en caso de identificarse nidos activos o sitios de reproducción.

II.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

De conformidad con las características técnicas, ambientales y operativas del proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, Estado de Oaxaca", se efectuó la identificación de las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con las obras y actividades previstas durante las etapas de preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono.

Tabla II.10. Normas Oficiales Mexicanas vinculadas con el proyecto

Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación con el proyecto
1. NOM-035-SEMARNAT-1993	Establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente, así como los procedimientos para la calibración de los equipos empleados en dichas mediciones.	Durante la extracción, carga y transporte del material pétreo puede generarse la suspensión temporal de partículas, principalmente por la circulación de vehículos sobre superficies sin pavimentar y por la manipulación de materiales secos. Para prevenir su dispersión, las cajas de los camiones de volteo serán cubiertas con lonas resistentes, se evitará exceder su capacidad de carga y se verificará que no existan derrames de material durante el traslado, asimismo, se establecerán límites de velocidad dentro del área del proyecto, en los caminos de acceso y en las zonas próximas a viviendas, cuando las condiciones de sequedad y viento lo requieran, podrá efectuarse el humedecimiento moderado de las superficies de rodamiento, evitando generar escurrimientos o utilizar agua directamente del Río Molino sin autorización.
2. NOM-041-SEMARNAT-2015	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.	La norma será considerada para las camionetas, vehículos ligeros y unidades auxiliares que utilicen gasolina y que se encuentren comprendidos en su campo de aplicación, el promovente verificará que dichos vehículos se mantengan en condiciones

		mecánicas adecuadas y cuenten con la verificación vehicular correspondiente. Antes del inicio de cada jornada se realizará una inspección visual para identificar humo anormal, fugas, fallas en el sistema de escape o problemas de combustión. Las unidades que presenten deficiencias serán retiradas temporalmente y enviadas a mantenimiento en talleres mecánicos de la población.
3. NOM-044-SEMARNAT-2017	Establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, partículas y otros contaminantes provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel y que se destinan a vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	Aunque su aplicación directa se dirige principalmente a motores y vehículos nuevos, el promovente verificará que las unidades nuevas que se incorporen al proyecto cuenten con las certificaciones ambientales correspondientes, para las unidades en operación se realizará mantenimiento preventivo y revisión periódica, con la finalidad de reducir las emisiones de gases y partículas derivadas de una combustión deficiente.
4. NOM-045-SEMARNAT-2017	Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan diésel, así como el procedimiento de prueba y las características técnicas de los equipos de medición.	Los camiones de volteo que utilicen diésel se mantendrán en condiciones mecánicas que eviten la emisión visible y excesiva de humo, se revisarán periódicamente el motor, el sistema de inyección, los filtros, el escape y los demás componentes relacionados con la combustión, asimismo, se prohibirá la operación de vehículos que presenten humo negro persistente, fugas de combustible o fallas mecánicas evidentes, asimismo, la retroexcavadora también recibirá mantenimiento preventivo y correctivo.
5. NOM-052-SEMARNAT-	Establece las características, el procedimiento de identificación	El mantenimiento ordinario de la maquinaria y de los vehículos se

2005	y clasificación, así como los listados mediante los cuales se determina si un residuo debe considerarse peligroso.	efectuará en talleres mecánicos en la localidad de Nuevo Zoquiápam, por lo que no se prevé una generación de residuos peligrosos dentro del cauce, sin embargo, ante una reparación de emergencia o un derrame accidental podrían generarse estopas, materiales absorbentes, filtros, envases, suelo o sedimentos impregnados con aceite, combustible o lubricantes, estos residuos serán identificados conforme a la norma, separados de los residuos sólidos urbanos, depositados en recipientes compatibles, cerrados y debidamente rotulados, y retirados del sitio para su entrega a una empresa autorizada, quedará prohibida su quema, abandono, enterramiento o disposición en el cauce y sus márgenes.
6. NOM-059-SEMARNAT-2010 y modificación de su Anexo Normativo III	Establece las categorías de riesgo aplicables a las especies nativas de flora y fauna silvestres de México y contiene la lista de especies sujetas a protección especial, amenazadas, en peligro de extinción o probablemente extintas en el medio silvestre.	Durante los recorridos realizados en el sitio del proyecto no se identificaron especies incluidas en la norma citada, su aplicación se mantendrá durante toda la ejecución debido a la importancia biológica regional y a la posible presencia temporal de fauna, antes del ingreso de la maquinaria se realizarán recorridos de inspección y acciones de ahuyentamiento no lesivas. En caso de localizar individuos de especies en riesgo, nidos activos, madrigueras o refugios, se suspenderán temporalmente las actividades en el área inmediata y se aplicarán las medidas de protección, rescate o reubicación que correspondan. Asimismo, no se pretende realizar el cambio de uso de suelo y se colocarán señalamientos que prohíban la caza, captura, extracción, alimentación o comercialización

		de ejemplares silvestres.
7. NOM-081-SEMARNAT-1994, modificada en 2013	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y el método para su medición.	El proyecto no contempla la instalación de trituradoras, cribas, plantas de procesamiento, talleres ni otras fuentes fijas permanentes, los trabajos se realizarán exclusivamente en horario diurno y conforme a las necesidades de suministro de material. Se evitará el funcionamiento simultáneo e innecesario de equipos, el uso indiscriminado del claxon y la permanencia de motores encendidos sin actividad, la maquinaria deberá conservar sus silenciadores y componentes mecánicos en buen estado; cuando se detecten ruidos anormales, el equipo será retirado para su revisión.

II.8 OTROS INTRUMENTOS A CONSIDERAR

II.8.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Artículo 4°. Derecho humano a un medio ambiente sano.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reconoce el derecho de toda persona a disfrutar de un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, estableciendo la obligación del Estado de garantizar el respeto a este derecho, así como la responsabilidad de quienes ocasionen daños o deterioro al ambiente, en los términos previstos por la legislación aplicable.

Vinculación

El proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, distrito de Ixtlán, Oaxaca", se encuentra plenamente vinculado con el artículo 4° constitucional, debido a que su planeación, diseño, ejecución y operación se desarrollan bajo los principios de prevención, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Como parte del cumplimiento de este derecho humano, el promovente somete el proyecto al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental, previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, mediante el cual se identifican, predicen y valoran los impactos ambientales que pudieran generarse, estableciendo las medidas necesarias para prevenir, mitigar, corregir y, en su caso, compensar los efectos adversos sobre el medio ambiente.

Asimismo, el proyecto incorpora diversas medidas de protección ambiental orientadas a garantizar la conservación de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del área de influencia, entre las que destacan la delimitación del área de extracción, la ausencia de

cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la prohibición del vertimiento de residuos al cauce, el mantenimiento de la maquinaria fuera del sitio del proyecto, el manejo adecuado de residuos sólidos y previsión del manejo de aquellos que se generen por una acción correctiva, la utilización de sanitarios portátiles para el personal.

De igual forma, la extracción se realizará respetando las condiciones establecidas por la autoridad competente en materia de aguas nacionales, evitando modificaciones permanentes al cauce del Río Molino y preservando la estabilidad geomorfológica e hidrológica del sistema fluvial, estas acciones permitirán mantener la funcionalidad ecológica del ecosistema y reducir significativamente la posibilidad de generar impactos ambientales negativos de carácter permanente.

Cabe señalar que el promovente corresponde a la Comunidad de Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, perteneciente a una comunidad indígena zapoteca de la Sierra Norte de Oaxaca, por lo que el aprovechamiento de los materiales pétreos tiene un carácter comunitario y busca atender necesidades de infraestructura y desarrollo local, procurando en todo momento la conservación del patrimonio natural del territorio comunal.

Por lo que se considera que el proyecto es congruente con el Artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, al incorporar un esquema de aprovechamiento sustentable sustentado en criterios técnicos y ambientales que garantizan la protección del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y el respeto al derecho humano de toda persona a disfrutar de un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar.

II.8.2 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) constituye el principal ordenamiento jurídico que regula la administración, preservación, explotación, uso y aprovechamiento de las aguas nacionales y de los bienes públicos inherentes a las mismas, entre los que se encuentran los cauces, vasos, zonas federales y los materiales pétreos depositados en ellos, su aplicación resulta particularmente relevante para el presente proyecto debido a que la extracción de materiales pétreos se desarrollará dentro del cauce del Río Molino, considerado un bien nacional cuya administración corresponde al Ejecutivo Federal a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Por lo que, el desarrollo del proyecto no solamente requiere la autorización en materia de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sino también el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Ley de Aguas Nacionales respecto del aprovechamiento de materiales pétreos localizados dentro de cauces de propiedad nacional, la obtención del título de concesión correspondiente, el respeto de los volúmenes autorizados y la observancia de las medidas técnicas y administrativas que determine la Autoridad del Agua durante la vigencia del proyecto.

El aprovechamiento propuesto comprende una superficie de 1,640.00 m², con un volumen máximo anual de 1,200.00 m³, para un total de 6,000.00 m³ durante una vida útil de cinco años, por lo que las actividades serán ejecutadas bajo un esquema de extracción controlada, sin modificar la morfología general del cauce, sin construir obras hidráulicas, sin desviar el flujo del río y respetando en todo momento las condiciones que establezca la CONAGUA

dentro del título de concesión y demás autorizaciones aplicables.

Tabla II.11. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales con el proyecto

Artículo	Alcance jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 3, fracción XXXVII. Materiales pétreos	Define como materiales pétreos aquellos constituidos por arena, grava, piedra y demás materiales susceptibles de aprovechamiento que se encuentren depositados en cauces, vasos y demás bienes nacionales.	El proyecto consiste precisamente en el aprovechamiento de materiales pétreos acumulados dentro del cauce del Río Molino, por lo que su ejecución se sujetará a las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, una vez obtenida la autorización en materia de impacto ambiental, el promovente gestionará ante la CONAGUA el correspondiente título de concesión para el aprovechamiento de materiales pétreos dentro de la superficie autorizada, respetando en todo momento los límites físicos del polígono concesionado, los volúmenes permitidos y las condiciones técnicas establecidas por la autoridad competente.
Artículo 3, fracción XLVII. Ribera o Zona Federal	Define la ribera o zona federal de las corrientes de propiedad nacional y establece los criterios para su delimitación.	El sitio de extracción se localiza dentro del cauce y zona federal del Río Molino, razón por la cual el diseño del proyecto se sustentó en el levantamiento topográfico y en los estudios hidrológico e hidráulicos realizados para identificar el área técnicamente más adecuada para el aprovechamiento, las actividades se desarrollarán sin modificar el régimen hidrológico del río y atendiendo las especificaciones que determine la CONAGUA.
Artículo 113 Bis	Establece que los materiales pétreos localizados dentro de los cauces de aguas nacionales y demás bienes públicos inherentes quedan bajo la administración de la Autoridad del Agua y que su aprovechamiento requiere concesión.	El promovente reconoce que el aprovechamiento de materiales pétreos únicamente podrá realizarse mediante el correspondiente título de concesión expedido por la CONAGUA, en consecuencia, las actividades iniciarán únicamente cuando se cuente con las autorizaciones ambientales y administrativas procedentes, sujetándose a las condiciones, restricciones, obligaciones técnicas y medidas de vigilancia establecidas por la Autoridad del Agua durante toda la

vida útil del proyecto.

II.8.3 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) constituye el ordenamiento jurídico federal que regula la conservación, protección, restauración, aprovechamiento sustentable y manejo de la vida silvestre y de sus hábitats en el territorio nacional. Su objeto principal consiste en garantizar la permanencia de las poblaciones de flora y fauna silvestres mediante la conservación de los procesos ecológicos que permiten su desarrollo, procurando que el aprovechamiento de los recursos naturales sea compatible con la preservación de la biodiversidad y con el mantenimiento de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas.

Tabla II.12. Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre con el proyecto

Artículo	Alcance jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 5. Objetivos de la política nacional en materia de vida silvestre	Establece que la política nacional en materia de vida silvestre tiene por objeto conservar la biodiversidad mediante la protección de las especies y de sus hábitats, promoviendo su aprovechamiento sustentable y la restauración de los ecosistemas.	El proyecto fue diseñado bajo criterios de aprovechamiento sustentable, limitando la extracción exclusivamente al volumen autorizado y evitando modificaciones permanentes del cauce del Río Molino. No se realizará cambio de uso del suelo forestal, no se removerá vegetación forestal ni se afectarán ecosistemas distintos al área estrictamente necesaria para las maniobras de extracción.
Artículo 5, fracción I	Establece la conservación de la diversidad genética, la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales como elementos fundamentales para la conservación de las especies silvestres.	Las maniobras de extracción serán delimitadas físicamente para impedir afectaciones fuera del polígono autorizado y se restringirá la circulación de maquinaria exclusivamente a los caminos previamente establecidos, reduciendo la alteración del hábitat.
Artículo 5, fracción II	Establece la adopción de medidas preventivas que permitan mantener las condiciones necesarias para la permanencia de los ecosistemas, aun cuando exista incertidumbre científica respecto de posibles impactos.	Antes del inicio de las actividades se realizarán recorridos de inspección para detectar ejemplares de fauna silvestre, nidos, madrigueras o refugios temporales. Cuando sea necesario se implementarán acciones de ahuyentamiento, rescate o reubicación de ejemplares mediante personal capacitado, suspendiendo temporalmente las actividades en caso de identificarse especies que requieran protección. Estas acciones

	se complementarán con la capacitación del personal, la prohibición de captura o caza y la colocación de señalamientos informativos para la protección de la fauna silvestre.

II.8.4 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) constituye el instrumento jurídico federal que regula la prevención de la generación, valorización, manejo integral y disposición final de los residuos, con el propósito de proteger la salud de la población, prevenir la contaminación del suelo, agua y atmósfera, así como reducir los riesgos ambientales derivados del manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

La aplicación de esta Ley resulta procedente para el presente proyecto, debido a que durante las diferentes etapas de ejecución podrán generarse cantidades limitadas de residuos asociados principalmente a las actividades operativas y al personal que labore en el sitio.

Tabla II.13. Vinculación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos con el proyecto

Artículo	Alcance jurídico	Vinculación con el proyecto
Artículo 40	Establece que los residuos peligrosos deberán manejarse conforme a las disposiciones de la Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y demás ordenamientos aplicables.	Durante la operación del proyecto se implementará un manejo integral de los residuos generados, los residuos sólidos urbanos serán separados y enviados los residuos serán retirados del sitio y entregados al servicio público de limpia del H. Ayuntamiento Constitucional de Nuevo Zoquiápam, Oaxaca, los residuos de manejo especial, en caso de generarse, serán manejados conforme a la normatividad aplicable; y los residuos peligrosos únicamente podrían generarse de manera eventual por contingencias mecánicas o derrames accidentales, los cuales serán identificados, almacenados temporalmente en recipientes adecuados y entregados a empresas autorizadas para su transporte y disposición final.
Artículo 43	Establece la obligación de notificar a la autoridad competente cuando se generen residuos peligrosos, conforme a las disposiciones legales aplicables.	El proyecto implementará medidas para prevenir la generación de residuos peligrosos, realizando el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria fuera del área de extracción. En caso de generarse residuos peligrosos, el

		promovente cumplirá con las obligaciones administrativas que correspondan conforme a la legislación vigente, conservando la documentación que acredite su manejo adecuado.
Artículo 44	Clasifica a los generadores de residuos peligrosos en grandes generadores, pequeños generadores y microgeneradores.	Considerando las dimensiones del proyecto, la ausencia de procesos industriales, la inexistencia de talleres mecánicos y la baja probabilidad de generación de residuos peligrosos, se estima que, en caso de generarse este tipo de residuos, el promovente se ubicará dentro de la categoría que corresponda conforme a los volúmenes efectivamente producidos, cumpliendo las obligaciones específicas previstas por la legislación aplicable.
Artículo 95	Establece que los residuos deben manejarse de forma que se prevenga la contaminación del suelo, agua, aire y los riesgos para la salud y el ambiente.	El proyecto contempla la separación, almacenamiento temporal y recolección adecuada de los residuos sólidos urbanos, evitando su abandono en el cauce, márgenes del río o áreas con vegetación. Asimismo, se prohíbirá la quema y disposición inadecuada de residuos dentro del área del proyecto.
Artículo 100	Promueve la valorización y el manejo integral de los residuos para reducir su generación y favorecer su aprovechamiento.	Se fomentará la minimización en la generación de residuos mediante el uso eficiente de materiales, el aprovechamiento de insumos, la reutilización de materiales cuando sea técnicamente viable y la adecuada segregación de residuos durante todas las etapas del proyecto.

II.9 LOCALIDAD(ES) CON POBLACIÓN INDÍGENA EN LAS QUE INCIDE EL SITIO DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO Y/O SU ZONA DE INFLUENCIA

Con fundamento en la información contenida en el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), se verificó que el municipio de Nuevo Zoquiápam, ubicado en el distrito de Ixtlán, estado de Oaxaca, forma parte de los municipios con presencia de pueblos y comunidades indígenas, correspondiendo predominantemente al pueblo zapoteco de la Sierra Norte.

El proyecto se desarrollará dentro del territorio de una comunidad indígena y es promovido por la Comunidad de Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, circunstancia que fortalece la participación comunitaria en la gestión y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en apego a lo dispuesto por el artículo 2° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás ordenamientos aplicables en materia de derechos de los pueblos

indígenas, cabe señalar que el Estado mexicano reconoce que los pueblos y comunidades indígenas constituyen sujetos colectivos de derecho público con personalidad jurídica, patrimonio propio y facultades para conservar y fortalecer sus instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, así como para administrar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales existentes dentro de sus tierras y territorios, conforme a las modalidades previstas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la legislación aplicable.

El proyecto denominado "Extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, paraje Río Molino, municipio de Nuevo Zoquiápam, Distrito de Ixtlán, Oaxaca" será promovido por la Comunidad de Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, el municipio de Nuevo Zoquiápam presenta una población mayoritariamente indígena y mantiene vigente su Sistema Normativo Interno, anteriormente denominado régimen de usos y costumbres, reconocido por la legislación electoral del Estado de Oaxaca como forma legítima de organización política y de elección de sus autoridades municipales.

En este contexto, el aprovechamiento de materiales pétreos constituye una actividad orientada al fortalecimiento de la infraestructura comunitaria y al bienestar colectivo, sin que ello implique la pérdida de la vocación natural del territorio ni la transformación permanente de los ecosistemas presentes en el cauce del Río Molino.

Tabla II.14. Vinculación con los derechos de los pueblos indígenas

Instrumento jurídico	Alcance	Vinculación con el proyecto
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 2°	Reconoce el derecho de los pueblos y comunidades indígenas a la libre determinación y autonomía para decidir sus formas internas de convivencia, organización social, económica, política y cultural, así como para conservar y mejorar el hábitat y preservar la integridad de sus tierras.	El proyecto es promovido por la comunidad de Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, por lo que su desarrollo deriva de la voluntad de la propia comunidad indígena, respetando sus mecanismos tradicionales de organización y toma de decisiones. El aprovechamiento de materiales pétreos tiene como finalidad contribuir al desarrollo comunitario mediante el suministro de materiales destinados principalmente a obras de beneficio colectivo, manteniendo la integridad ambiental del territorio comunal.
Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo	Reconoce el derecho de los pueblos indígenas a participar en la utilización, administración y conservación de los recursos naturales	El aprovechamiento propuesto será ejecutado por la propia comunidad titular de los bienes comunales, garantizando que la administración del recurso permanezca bajo control

	existentes en sus tierras.	comunitario y que las actividades se desarrollen conforme a la legislación ambiental y agraria vigente, favoreciendo el uso sustentable del territorio.
Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas	Reconoce el derecho de los pueblos indígenas a conservar, utilizar y administrar sus tierras, territorios y recursos naturales, así como a fortalecer sus instituciones tradicionales.	El proyecto fortalece la gestión comunitaria del territorio al promover un aprovechamiento controlado de materiales pétreos que permitirá atender necesidades de infraestructura local sin modificar de manera permanente las condiciones ecológicas del cauce ni afectar los ecosistemas que sustentan la biodiversidad regional.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.

III.1. Delimitación de la Región Ecológica (RE)

La evaluación del impacto ambiental requiere que la caracterización del medio se realice sobre una unidad territorial capaz de representar los procesos físicos, biológicos y ecológicos que mantienen relación con las obras y actividades del proyecto, por lo que, en el presente estudio se adoptó el concepto de Región Ecológica, entendida como una unidad ecológico-funcional delimitada mediante la integración de criterios hidrológicos, geomorfológicos, topográficos, geológicos, edafológicos, biológicos y territoriales, bajo este enfoque, la Región Ecológica representa el espacio donde ocurren los principales procesos ambientales que pueden influir sobre el proyecto o ser modificados por su desarrollo, constituyendo una escala de análisis ambientalmente representativa y técnicamente justificable.

La delimitación de esta unidad no responde a una superficie predeterminada ni a criterios arbitrarios de distancia, sino al comportamiento del territorio, se consideraron prioritarios aquellos elementos del paisaje que mantienen conectividad funcional con el sitio del proyecto, tales como el cauce principal del Río Molino, los escurrimientos tributarios inmediatos, las laderas que aportan sedimentos y escorrentía superficial, las unidades de vegetación asociadas al cauce, la continuidad geomorfológica y las condiciones topográficas que regulan la dinámica hidrológica de la región ecológica.

Desde la perspectiva ecológica, los ecosistemas funcionan como sistemas abiertos en los que existe un intercambio continuo de agua, sedimentos, materia orgánica, energía y organismos entre sus diferentes componentes, por ello, la delimitación de la Región Ecológica se realizó incorporando aquellos elementos que participan activamente en dichos procesos, evitando incluir superficies sin influencia ambiental directa sobre el proyecto y, al mismo tiempo, evitando subestimar la extensión dela región ecologica.

La conectividad hidrológica constituyó el criterio rector para la delimitación de la Región Ecológica, debido a que el proyecto corresponde al aprovechamiento de materiales pétreos depositados naturalmente en el cauce del Río Molino, no obstante, la hidrología no fue el único criterio considerado, el polígono definitivo de la Región Ecológica fue ajustado mediante el análisis conjunto de la geomorfología, la topografía, la geología, los tipos de suelo, la cobertura vegetal, el uso del suelo y la configuración territorial observada mediante Sistemas de Información Geográfica, con el propósito de representar una unidad ambiental coherente y funcional.

Cabe señalar que la Región Ecológica no corresponde a la totalidad de la cuenca hidrográfica asociada al sitio del proyecto, debido a que la cuenca representa la unidad hidrológica regional utilizada para comprender el origen de los escurrimientos y el transporte de sedimentos; sin embargo, una parte importante de dicha superficie mantiene una interacción únicamente indirecta con el proyecto, para efectos de la caracterización ambiental se delimitó únicamente el sector que conserva una relación funcional inmediata con el sitio de aprovechamiento, integrando el tramo del cauce donde se desarrollará el proyecto, las laderas adyacentes, los escurrimientos tributarios inmediatos y las coberturas vegetales vinculadas con la dinámica ecológica.

Como resultado se delimitó una Región Ecológica con una superficie de 318.87 ha, la cual representa la unidad territorial más adecuada para desarrollar la caracterización ambiental y la evaluación de impactos, al integrar los principales procesos hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos asociados al proyecto, sin incorporar áreas ajenas a su ámbito de influencia ni excluir componentes ambientales relevantes para su evaluación.

III.1.1. Metodología para la delimitación de la RE

La delimitación de la Región Ecológica se desarrolló mediante un enfoque metodológico de análisis espacial multicriterio, cuyo propósito fue definir una unidad ambiental representativa del funcionamiento ecológico del territorio con interacción potencial con el proyecto de aprovechamiento de materiales pétreos, esta metodología se fundamentó en la integración de información cartográfica oficial, análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), interpretación de imágenes satelitales, modelos digitales de elevación y verificación de campo, permitiendo identificar la relación funcional entre los componentes físicos, biológicos y antrópicos que conforman la Region Ecológica.

Para ello se utilizaron diversas fuentes oficiales de información, entre las que destacan la cartografía vectorial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la información geológica del Servicio Geológico Mexicano (SGM), el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), los Modelos Digitales de Elevación (MDE), la información hidrológica oficial, la cartografía de uso del suelo y vegetación, así como ortofotografías e imágenes satelitales recientes, estas fuentes permitieron caracterizar de manera integral las condiciones topográficas, hidrológicas, geomorfológicas, geológicas, edafológicas y de cobertura vegetal presentes en el área de estudio.

Como elemento central de la metodología, el análisis espacial se estructuró mediante un esquema jerárquico de tres unidades espaciales complementarias, definidas en función de la escala a la que operan los procesos ambientales asociados al proyecto, este enfoque permitió analizar cada componente de la Región Ecológica en la unidad territorial más adecuada, evitando tanto la sobreestimación del área de estudio como la subestimación de los procesos ecológicos que trascienden el polígono de aprovechamiento.

La primera unidad espacial correspondió a la cuenca hidrológica, utilizada como unidad hidrológica de referencia, su incorporación tuvo como finalidad comprender el funcionamiento hidrológico, identificando la red de drenaje, la dirección del flujo superficial, las áreas de aportación, el transporte natural de sedimentos y la conectividad hidrológica que condiciona la dinámica del cauce donde se desarrollará el proyecto, esta escala permitió entender los procesos naturales responsables de la formación y renovación de los depósitos aluviales objeto del aprovechamiento.

La segunda unidad espacial correspondió a la Región Ecológica, definida como la unidad ecológico-funcional de análisis, su delimitación se realizó mediante la integración de criterios hidrológicos, geomorfológicos, topográficos, geológicos, edafológicos, de vegetación y uso del suelo, identificando un territorio ambientalmente homogéneo donde ocurren los

principales procesos físicos, biológicos y ecológicos susceptibles de interactuar con las obras y actividades del proyecto.

La tercera unidad espacial correspondió al sitio del proyecto, considerado como el área de intervención directa, donde se localizan las obras y actividades de aprovechamiento de materiales pétreos, en esta unidad se evaluaron las condiciones particulares del sitio, la interacción directa entre las actividades propuestas y los componentes ambientales.

La aplicación de estas tres unidades espaciales permitió establecer una relación jerárquica entre el contexto territorial, el funcionamiento ecológico de la Región Ecológica y el área específica de intervención, garantizando que la evaluación ambiental se desarrollará conforme a la escala de operación de cada proceso natural, bajo este enfoque, la cuenca hidrológica proporcionó el contexto hidrológico en su totalidad, la Región Ecológica representó la unidad ambiental donde se manifiestan las interacciones ecológicas relevantes y el sitio del proyecto constituyó el espacio donde se analizaron los efectos ambientales directos derivados de las actividades de aprovechamiento.

Posteriormente, la delimitación de la Región Ecológica se realizó mediante un análisis multicriterio, integrando la información obtenida para cada una de las variables ambientales, se evaluó la continuidad hidrológica, la configuración geomorfológica, las unidades fisiográficas, la topografía, la geología, la edafología, los tipos de vegetación y uso del suelo, así como la conectividad ecológica existente entre el cauce del río y las áreas circundantes, la superposición de estas variables permitió identificar una unidad territorial ambientalmente homogénea, con continuidad funcional y representativa de los procesos ecológicos relacionados con el proyecto. (Figura III.1)

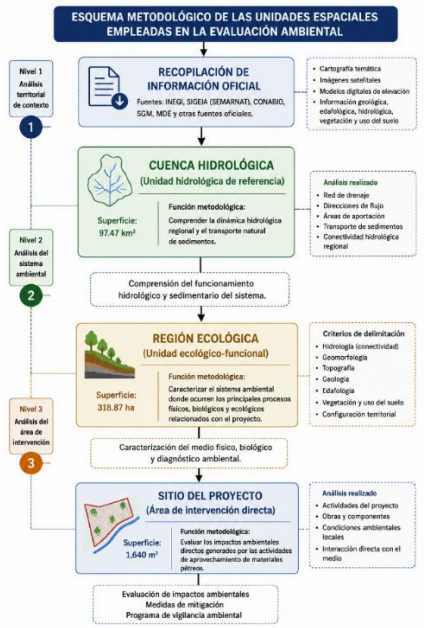


Figura III.1. Esquema metodológico de las unidades espaciales empleadas para la delimitación de la Región Ecológica y la evaluación ambiental.

III.1.2. Principios metodológicos para la delimitación de la RE

La delimitación de la Región Ecológica se sustentó en un conjunto de principios metodológicos orientados a garantizar que la unidad espacial seleccionada representara de manera objetiva los procesos ambientales relacionados con el proyecto, por lo que, el presente estudio adoptó un enfoque ecosistémico, considerando que los procesos ambientales operan de forma integrada, la delimitación de la Región Ecológica se desarrolló conforme a los siguiente: (Tabla III.1)

Tabla III.1. Principios metodológicos para la delimitación de la Region Ecologica

Principio metodológico	Criterio técnico aplicado	Aplicación en la delimitación RE	Resultado
Representatividad ecológica	Integración de los principales componentes físicos y biológicos.	Se incorporaron el cauce del Río Molino, depósitos aluviales, laderas con influencia directa, escurrimientos tributarios, cobertura vegetal y usos del suelo relacionados con el proyecto.	Se delimitó una unidad ambiental representativa de los procesos ecológicos susceptibles de interacción con el proyecto.
Conectividad hidrológica	Análisis de la red de drenaje, dirección del flujo superficial, divisorias topográficas y áreas de aporte de escorrentía.	Se identificó la conectividad entre el cauce principal, los tributarios y las zonas de aporte de sedimentos, utilizando la cuenca como referencia hidrológica regional y delimitando únicamente el sector con influencia funcional inmediata.	Se obtuvo un polígono que representa el funcionamiento hidrológico directamente relacionado con el proyecto.
Continuidad geomorfológica	Análisis de geoformas, laderas, divisorias naturales y depósitos aluviales.	La delimitación siguió los límites naturales del relieve, evitando fragmentar unidades fisiográficas y manteniendo la continuidad del paisaje.	Se obtuvo una unidad geomorfológica continua y coherente con la dinámica natural del territorio.
Homogeneidad ambiental	Integración de geología, edafología, vegetación y uso del suelo.	Se verificó la continuidad de las unidades litológicas, edáficas y de cobertura vegetal predominantes, particularmente la Formación Jaltepetongo, los Luvisoles y Cambisoles Endolépticos Crómicos, así como las coberturas de Agricultura de Temporal (TA) y Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ).	La RE presenta condiciones ambientales relativamente homogéneas que favorecen una caracterización consistente.
Hidrología	Delimitación de cuenca tributaria, escurrimientos y	Se utilizó como criterio rector para comprender la dinámica del agua y del material pétreo en el cauce del Río Molino.	Se definió la estructura hidrológica que sustenta el

	transporte de sedimentos.		funcionamiento de la Región Ecológica.
Topografía	Modelo Digital de Elevación y análisis de pendientes.	Se identificaron divisorias, áreas de aportación y continuidad altimétrica del terreno.	Se verificó la correspondencia entre la delimitación y la configuración natural del relieve.
Geología	Interpretación de la cartografía geológica oficial.	Se identificó el predominio de la unidad KnapAr-Lu (Formación Jaltepetongo), cuya litología explica la generación natural de sedimentos presentes en el cauce.	Se justificó la incorporación de las laderas como áreas fuente de materiales pétreos.
Edafología	Análisis de las unidades de suelo predominantes.	Se verificó la continuidad de Luvisoles Endolépticos Crómicos y Cambisoles Endolépticos Crómicos, asociados a procesos de infiltración, erosión y escorrentía.	Se corroboró la homogeneidad edáfica de la Región Ecológica.
Vegetación y uso del suelo	Información oficial del SIGEIA y verificación en campo.	Se incorporaron las unidades de vegetación y uso del suelo del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), complementando su interpretación mediante recorridos de campo para verificar la cobertura vegetal presente en las márgenes del Río Molino.	La delimitación integra las coberturas vegetales con influencia directa sobre el proyecto.
Hidráulica	Interpretación del estudio hidrológico e hidráulico.	Se identificaron las zonas de conducción del flujo, acumulación de sedimentos y dinámica del cauce.	Se verificó que la delimitación incluyera los procesos hidráulicos relevantes para el aprovechamiento.
Política ambiental	Superposición con SIGEIA, POER, RTP y demás instrumentos territoriales.	Se verificó la congruencia de la delimitación con los instrumentos oficiales de planeación y conservación ambiental.	La Región Ecológica es consistente con el marco de planeación territorial aplicable.

La delimitación de la Región Ecológica fue el resultado de un proceso de integración espacial multicriterio en el que cada componente ambiental aportó información específica para definir una unidad territorial coherente desde el punto de vista hidrológico, geomorfológico, ecológico y funcional, la superposición y análisis conjunto de estas variables permitió delimitar un polígono de 318.87 ha, el cual representa el territorio donde se desarrollan los

principales procesos ambientales relacionados con el proyecto y constituye la base metodológica para la caracterización del medio físico, biológico y socioeconómico, así como para la evaluación de los impactos ambientales.

III.1.3. Integración espacial y proceso de delimitación de la RE

Una vez definidos los principios metodológicos y los criterios técnicos de delimitación, se procedió a integrar toda la información temática mediante un análisis espacial multicriterio, utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), este procedimiento permitió evaluar simultáneamente la interacción entre los componentes físicos, biológicos y territoriales del área de estudio, generando un polígono ambientalmente representativo que constituye la Región Ecológica del proyecto.

El análisis espacial se desarrolló de manera secuencial, partiendo de la información topográfica obtenida del Modelo Digital de Elevación, la cual permitió identificar la configuración altimétrica del terreno, las pendientes dominantes, las divisorias naturales y la dirección preferencial de los escurrimientos superficiales, sobre esta base se delimitó la cuenca tributaria asociada al tramo del Río Molino donde se desarrollará el proyecto, utilizándola como referencia para comprender la dinámica regional del transporte de agua y sedimentos.

La información hidrológica fue integrada con las capas temáticas correspondientes a geomorfología, geología, edafología, vegetación, uso del suelo y ordenamiento ecológico, verificando la continuidad espacial entre cada uno de estos componentes, esta superposición cartográfica permitió identificar las áreas donde coinciden las principales unidades ambientales que mantienen interacción funcional con el sitio del proyecto, descartando aquellas superficies que, aun formando parte del contexto regional, no participan de manera directa en los procesos ecológicos asociados al aprovechamiento de materiales pétreos.

La delimitación fue corroborada mediante la interpretación de imágenes satelitales de alta resolución y la información obtenida durante los recorridos de campo, corroborando la posición del cauce, la distribución de la vegetación, la configuración de las laderas, los depósitos aluviales y las condiciones actuales del paisaje, esta etapa permitió verificar que el polígono propuesto representara adecuadamente la realidad observada en campo y que los límites establecidos coincidieran con elementos naturales claramente identificables sobre el terreno.

Como parte del proceso de integración espacial se verificó la correspondencia entre la Región Ecológica y los principales instrumentos oficiales de información ambiental, particularmente el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), la cartografía temática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la información geológica del Servicio Geológico Mexicano (SGM) y los instrumentos de planeación territorial y conservación aplicables al área de estudio, esta comparación permitió confirmar que la delimitación propuesta mantiene consistencia con la información oficial disponible y constituye una unidad territorial adecuada para desarrollar la caracterización ambiental del proyecto.

Como resultado del análisis multicriterio se delimitó una Región Ecológica con una superficie de 318.87 ha, integrada por un conjunto continuo de unidades ambientales que comparten características hidrológicas, geomorfológicas, geológicas, edafológicas y ecológicas. Esta superficie representa el territorio donde se manifiestan los principales procesos ambientales susceptibles de interactuar con el proyecto y, por tanto, constituye la escala espacial más apropiada para la evaluación de los impactos ambientales (Tabla III.2).

Tabla III.2. Capas de información geoespacial utilizadas para la delimitación de la Región Ecológica

Capa de información geoespacial	Fuente	Escala / Resolución	Finalidad en la delimitación
Modelo Digital de Elevación	INEGI	15 m	Identificación de pendientes, divisorias y escurrimientos.
Red hidrográfica	INEGI	1:50,000	Delimitación de la conectividad hidrológica.
Geología	Servicio Geológico Mexicano	1:250,000	Identificación de unidades litológicas y procesos de generación de sedimentos.
Edafología	INEGI	1:250,000	Caracterización de las unidades de suelo predominantes.
Uso del suelo y vegetación	SIGEIA – SEMARNAT	Escala oficial	Definición de la cobertura vegetal y uso actual del territorio.
Fisiografía	INEGI	1:250,000	Delimitación de unidades geomorfológicas.
Ordenamiento ecológico	POER Oaxaca	Oficial	Verificación de compatibilidad territorial.
Imágenes satelitales	Google Earth / Sentinel	Alta resolución	Validación visual de límites y cobertura actual.
Reconocimiento de campo	Elaboración propia	2026	Verificación de la delimitación cartográfica y condiciones ambientales.

A partir de lo anterior, se aplicó de la delimitación de la escala espacial para determinar el territorio sobre el cual se desarrollará la caracterización del medio físico, biológico y socioeconómico, así como la identificación y valoración de los impactos ambientales.

En el presente estudio la escala espacial fue definida mediante un enfoque jerárquico, considerando tres niveles de análisis complementarios: la cuenca hidrológica, la Región Ecológica y el sitio específico del proyecto, cada una de estas escalas cumple una función metodológica distinta y responde a objetivos particulares dentro de la evaluación ambiental.

a) Unidad hidrológica de referencia: Cuenca hidrológica

La cuenca tributaria asociada al Río Molino, con una superficie aproximada de 94.47 km², fue utilizada como unidad de referencia para comprender el funcionamiento hidrológico regional, esta escala permitió identificar el origen de los escurrimientos superficiales, las áreas de aportación de sedimentos, la dirección preferencial del flujo, la red de drenaje y la dinámica general del sistema fluvial.

No obstante, esta superficie representa un contexto hidrológico regional cuya función principal consiste en explicar los procesos que originan el transporte natural de materiales hacia el cauce, por lo que su incorporación íntegra dentro del diagnóstico ambiental hubiera significado analizar sectores cuya interacción con el proyecto es indirecta o poco significativa, por lo que, la cuenca fue empleada como elemento de referencia para comprender la dinámica del sistema, pero no como unidad de caracterización ambiental.

b) Undad ecológica de análisis: Región Ecológica

A partir del análisis de la cuenca tributaria se delimitó una Región Ecológica de 318.87 ha, correspondiente al territorio que mantiene una relación ecológica, hidrológica y geomorfológica directa con el sitio del proyecto, esta unidad integra el tramo del Río Molino donde se desarrollará el aprovechamiento, los escurrimientos tributarios inmediatos, las laderas que aportan sedimentos al cauce, los depósitos aluviales, las unidades de vegetación y los principales elementos físicos que intervienen en el funcionamiento de la Región Ecológica.

La delimitación de esta superficie respondió a criterios funcionales y no a límites administrativos o distancias predeterminadas, permitiendo representar adecuadamente los procesos ambientales susceptibles de interactuar con el proyecto, la Región Ecológica constituye la escala más apropiada para desarrollar la caracterización ambiental, ya que incorpora los componentes naturales con influencia directa e inmediata sobre el área de aprovechamiento, evitando tanto la sobreestimación como la subestimación de la Región Ecológica.

c) Área de intervención directa: Sitio del proyecto

La escala local corresponde al polígono donde se ejecutarán directamente las actividades de aprovechamiento de materiales pétreos, con una superficie de 1,640.00 m², en este nivel se concentran las acciones de preparación, extracción, carga e inicio del transporte del material, por lo que constituye el área donde se manifestarán los impactos ambientales directos derivados del proyecto, el análisis a esta escala permitió definir con precisión las condiciones particulares del sitio, incluyendo la composición de la vegetación, las características del cauce, los depósitos aluviales, las condiciones topográficas y los elementos ambientales susceptibles de recibir afectaciones directas.

La utilización conjunta de estas tres escalas permitió desarrollar una evaluación ambiental con un enfoque integral, mientras que la cuenca hidrológica proporciona el contexto regional necesario para comprender el funcionamiento del sistema fluvial, la Región Ecológica representa la unidad de análisis donde se desarrollan los principales procesos ecológicos relacionados con el proyecto, y el sitio específico corresponde al espacio donde ocurrirán las intervenciones directas.

Esta estructura jerárquica garantiza que la evaluación ambiental considere simultáneamente el contexto espacial, el funcionamiento de la Región Ecológica y las características particulares del área de intervención, manteniendo congruencia entre la delimitación espacial y el alcance de las obras propuestas (Tabla III.3).

Tabla III.3. Escalas espaciales utilizadas

Escala de análisis	Superficie	Objetivo metodológico	Aplicación dentro de la MIA
Cuenca hidrológica	94.47 km²	Comprender la dinámica hidrológica regional, el origen de los escurrimientos y el transporte natural de sedimentos.	Contexto hidrológico regional.
Región Ecológica	318.87 ha	Representar la unidad ecológico-funcional donde se desarrollan los principales procesos físicos y biológicos relacionados con el proyecto.	Caracterización del medio físico, biológico y diagnóstico ambiental.
Sitio del proyecto	1,640.00 m²	Definir el área donde se realizarán las obras y actividades del aprovechamiento de materiales pétreos.	Evaluación de impactos, medidas de mitigación y programa de vigilancia ambiental.

La validación se realizó mediante la comparación entre los resultados obtenidos del análisis espacial multicriterio y las condiciones observadas durante los recorridos de campo efectuados para el levantamiento topográfico y la caracterización ambiental, durante estas verificaciones se corroboró los elementos naturales presentes sobre el terreno, incluyendo el cauce del Río Molino, las laderas adyacentes, los escurrimientos tributarios, la distribución de la vegetación, los depósitos aluviales y las unidades fisiográficas que conforman la Región Ecológica.

Adicionalmente, la delimitación fue contrastada con la cartografía oficial generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Servicio Geológico Mexicano (SGM) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT, verificando la consistencia entre el polígono propuesto y las unidades oficiales de fisiografía, geología, edafología, hidrología, uso del suelo y vegetación, esta comparación permitió corroborar que la Región Ecológica integra las principales unidades ambientales presentes en el territorio y mantiene congruencia con la información oficial disponible.

Como parte del proceso de validación también se evaluó la continuidad ecológica del polígono, verificando que los límites establecidos no fragmentaran unidades ambientales homogéneas ni interrumpieran procesos naturales de conectividad hidrológica, transporte de sedimentos, escurrimiento superficial o continuidad de la cobertura vegetal, de esta manera, la delimitación mantiene la integridad funcional de la Región Ecológica y evita la incorporación de áreas cuya relación con el proyecto es únicamente indirecta o de contexto regional.

La validación permitió confirmar que la Región Ecológica conserva una adecuada correspondencia entre sus componentes físicos y biológicos, las unidades geológicas identificadas explican los procesos de formación y aporte de sedimentos hacia el cauce; las condiciones topográficas y geomorfológicas controlan la dirección de los escurrimientos superficiales; los suelos presentan características consistentes con la dinámica erosiva del territorio; y las coberturas de Agricultura de Temporal (TA) y Vegetación Secundaria

Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), identificadas mediante el SIGEIA, representan las condiciones actuales del paisaje dentro de la Región Ecológica delimitada.

Asimismo, la delimitación fue evaluada respecto al alcance real de las actividades del proyecto, verificándose que la totalidad del polígono de aprovechamiento, los accesos operativos y las áreas donde potencialmente podrían manifestarse impactos directos e indirectos se encuentran contenidos dentro de la Región Ecológica, por lo que, la unidad territorial delimitada resulta suficiente para caracterizar los componentes ambientales susceptibles de interacción con el proyecto, sin incorporar superficies ajenas a su ámbito funcional, a partir de lo anterior, la Región Ecológica defiiva se presenta en la Figura III.2 así como sus coordenadas (Tabla III.4), expresadas en el sistema Universal Transverse Mercator (UTM), correspondientes a la Zona 14, Banda Q, con Datum de georreferenciación WGS84, equivalente a ITRF92.

.

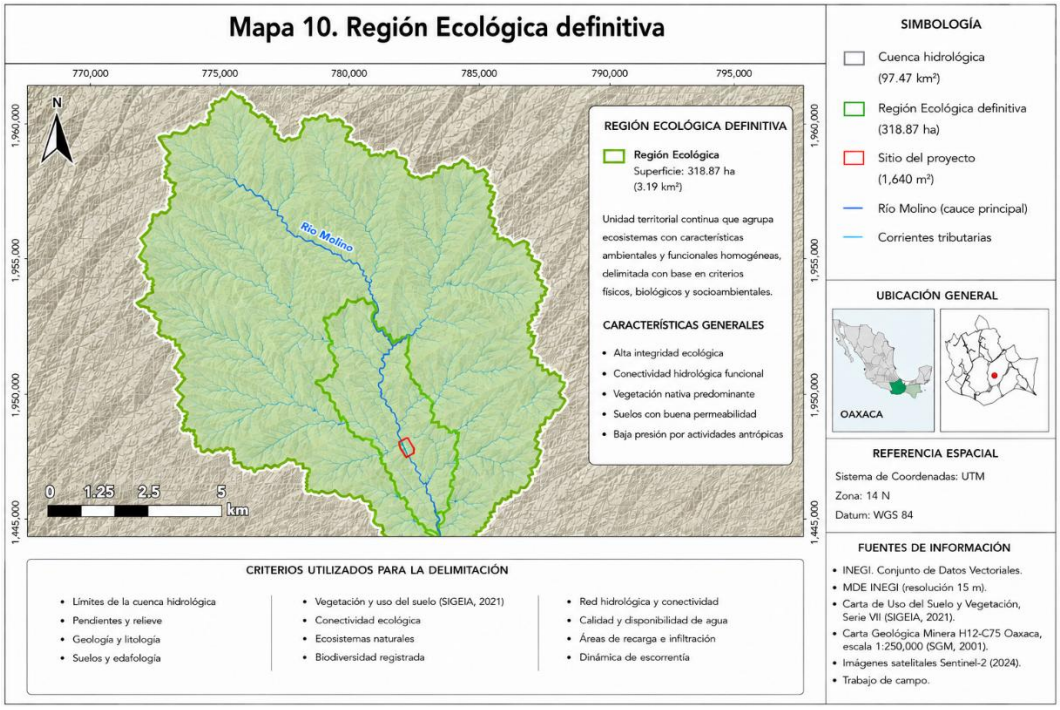


Figura III.2. Región Ecológica delimitada para el presente estudio ambiental

Tabla III.4. Coordenadas de la Región Ecológica delimitada

VERTICE	ESTE_X_UTM	NORTE_Y_UTM
1	753370.85	1916457.83
2	753411.66	1916583.02
3	753475.19	1916703.89
4	753543.6	1916822.51
5	753595.71	1916942.06
6	753683.05	1917047.24
7	753761.46	1917145.8
8	753807.78	1917272.19

9	753815.98	1917408.88
10	753824.18	1917545.57
11	753868.07	1917672.22
12	753965.5	1917652.94
13	754090.47	1917609.01
14	754223.85	1917580.26
15	754336.18	1917506
16	754411.74	1917404.6
17	754485.12	1917291.28
18	754503.5	1917155.58
19	754591.11	1917056.22
20	754652.95	1916935.3
21	754689.92	1916804.66
22	754721.05	1916673.78
23	754768.71	1916552.52
24	754780.47	1916416.23
25	754733.93	1916287.48
26	754685.78	1916159.29
27	754667.93	1916023.63
28	754625.94	1915894.5
29	754570.28	1915769.39
30	754536.65	1915636.85
31	754467.83	1915523.29
32	754364.78	1915449.18
33	754273.19	1915349.79
34	754199.6	1915239.8
35	754130.51	1915126.37
36	754007.95	1915070.1
37	753947.11	1914951.7
38	753895.37	1914824.93
39	753784.29	1914757.68
40	753717.17	1914640.05
41	753675.38	1914509.74
42	753563.84	1914531.13
43	753468.24	1914628.85
44	753398.48	1914743.31
45	753264.58	1914771.99
46	753128.83	1914770.21
47	753033.8	1914823.84
48	753117.76	1914932.01
49	753188.86	1915047.93

50	753266.41	1915155.87
51	753248.04	1915289.84
52	753242.68	1915424.29
53	753197.16	1915546.72
54	753079.98	1915616.33
55	753072.87	1915724.67
56	753151.72	1915833.41
57	753169.9	1915969.14
58	753187.98	1916104.87
59	753268.19	1916211.46
60	753305.76	1916339.57

III.2. TIPOS DE USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN EN LA REGIÓN ECOLÓGICA

III.2.1. Vegetación

La caracterización de la vegetación se realizó considerando dos escalas de análisis claramente diferenciadas.

- La primera corresponde a la Región Ecológica, la búsqueda de información bibliográfica y recorridos de campo para identificar la composición florística general, la estructura de las comunidades vegetales y las condiciones de conservación del paisaje.
- La segunda corresponde al sitio del proyecto, integrado por una superficie de 1,640 m² localizada directamente sobre el cauce del Río Molino, cuyas condiciones de vegetación son diferentes a las observadas en el entorno regional.

De acuerdo con la información obtenida mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la Región Ecológica está integrada por dos unidades cartográficas principales: Agricultura de Temporal Anual (TA) y Vegetación Secundaria Arbustiva derivada de Bosque de Encino (VSa/BQ).

Asimismo, durante los recorridos efectuados en la Región Ecológica también se observaron comunidades vegetales de menor extensión asociadas con el cauce del río y sus márgenes, entre ellas gramíneas, herbáceas de sitios húmedos, vegetación pionera sobre depósitos aluviales, plantas hidrófilas y algunos elementos arbustivos, debido a su reducida superficie y a la escala de la cartografía empleada, estas comunidades no aparecen representadas como unidades independientes dentro del SIGEIA, aunque forman parte de la diversidad ambiental existente en la Región Ecológica.

Como complemento de la información cartográfica se revisó el Programa de Manejo Forestal de los Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, particularmente los apartados relacionados con la composición de los bosques, las especies arbóreas presentes en el territorio comunal y la estructura general de las comunidades forestales, esta información se empleó como referencia ecológica regional y no como un inventario directo del sitio del proyecto, debido

a que dicho instrumento comprende una superficie territorial considerablemente mayor y ambientes que no necesariamente están representados dentro del área de aprovechamiento.

La diferencia entre ambas escalas resulta importante, mientras que la Región Ecológica incluye superficies agrícolas, vegetación secundaria derivada de bosque de encino y ambientes ribereños, el sitio del proyecto se encuentra principalmente sobre depósitos aluviales recientes, donde predominan las gramíneas, herbáceas pioneras, vegetación emergente y algunos elementos arbustivos dispersos.

III.2.1.1. Uso del suelo y vegetación de la Región Ecológica

La consulta del SIGEIA permitió identificar que la Región Ecológica presenta una superficie prácticamente equilibrada entre las dos principales unidades cartográficas, tal como se muestra en la Tabla III.5 y en en el Figura III.3

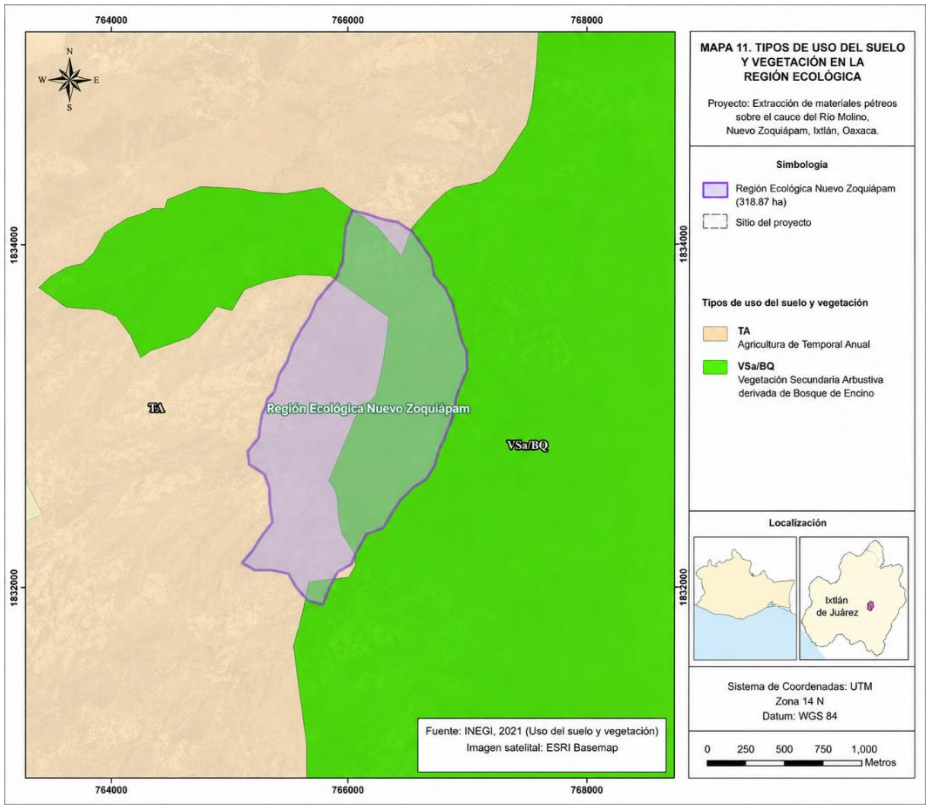


Figura III.3. Región Ecológica delimitada para el presente estudio ambiental

Tabla III.5. Tipso de uso de suelo y vegetación en la Región Ecológica

Clave	Tipo de uso del suelo y vegetación
TA	Agricultura de Temporal Anual
VSa/BQ	Vegetación Secundaria Arbustiva derivada de Bosque de Encino

La Región Ecológica presenta unn paisaje donde las áreas agrícolas y las superficies con vegetación secundaria se encuentran intercaladas, formando un mosaico con distintos grados de intervención y recuperación.

Las áreas agrícolas se presentan principalmente en superficies donde las condiciones topográficas permiten su aprovechamiento, mientras que la vegetación secundaria derivada del bosque de encino ocupa con mayor frecuencia laderas, sectores con pendientes mayores y terrenos donde la actividad agrícola ha disminuido, entre ambas unidades existen caminos rurales, bordes de parcelas, áreas en descanso, pequeños claros y corredores asociados con los escurrimientos, lo que genera una transición gradual entre los ambientes productivos y las comunidades vegetales en recuperación, en las márgenes del río y en algunos escurrimientos se presentan además comunidades de menor extensión integradas por gramíneas, vegetación hidrófila, herbáceas de humedad y arbustos, las cuales no aparecen representadas como unidades independientes dentro de la cartografía oficial debido a su reducida superficie.

III.2.1.2. Agricultura de Temporal Anual

La Agricultura de Temporal Anual constituye uno de los principales usos del suelo dentro de la Región Ecológica, su distribución se encuentra relacionada con terrenos donde las condiciones de pendiente, profundidad de suelo y accesibilidad han permitido el establecimiento tradicional de cultivos dependientes de la precipitación estacional, durante los recorridos se observó que esta unidad no corresponde exclusivamente a parcelas en producción, también existen terrenos en descanso, superficies temporalmente abandonadas, bordes agrícolas, caminos y pequeños espacios donde se desarrolla vegetación espontánea.

En las superficies agrícolas predomina un estrato herbáceo integrado por gramíneas, especies arvenses y plantas ruderales adaptadas a disturbios frecuentes, en los terrenos donde la actividad agrícola disminuye durante periodos prolongados comienzan a establecerse arbustos y plántulas de especies leñosas, dando inicio a procesos de sucesión secundaria, esta condición genera una transición progresiva entre las áreas agrícolas y la vegetación secundaria, por lo que algunas superficies clasificadas cartográficamente como agricultura pueden presentar, en determinados momentos, una cobertura vegetal importante.

III.2.1.3. Vegetación Secundaria Arbustiva derivada de Bosque de Encino

La Vegetación Secundaria Arbustiva derivada de Bosque de Encino constituye el principal componente natural de la Región Ecológica y ocupa aproximadamente la mitad de su superficie, esta comunidad se origina como resultado de procesos de regeneración posteriores a perturbaciones naturales o actividades humanas que modificaron parcialmente la estructura original del bosque., en estos ambientes pueden encontrarse árboles juveniles, rebrotes, arbustos secundarios, plántulas y herbáceas que forman distintas etapas de sucesión, durante los recorridos se observó que la vegetación presenta diferencias en estructura y grado de desarrollo, algunos sectores se encuentran dominados por arbustos y regeneración joven, mientras que otros mantienen individuos arbóreos de mayor tamaño y un sotobosque más desarrollado.

El género Quercus constituye uno de los componentes más representativos del estrato arbóreo, acompañado por diversas especies propias de los bosques templados de Oaxaca, la presencia simultánea de individuos jóvenes, rebrotes y árboles de mayor porte muestra que los procesos de regeneración continúan activos, cabe señalar que, el sitio específico del

proyecto no se encuentra sobre esta unidad de vegetación, sino directamente sobre depósitos aluviales asociados con el cauce.

III.2.1.4. Composición florística de la Región Ecológica

La composición florística de la Región Ecológica varía de acuerdo con las condiciones de relieve, humedad, uso del suelo y estado sucesional de la vegetación, en las laderas con vegetación secundaria existe una mayor representación de árboles y arbustos, mientras que en las superficies agrícolas, claros y áreas de transición predominan herbáceas, gramíneas y plantas ruderales, hacia los escurrimientos y márgenes del río aparecen especies adaptadas a una mayor disponibilidad de humedad, esta variación permite reconocer una composición florística más amplia a escala regional que la existente dentro del sitio específico del proyecto, el listado bibliográfico regional arbóreas, arbustivas, herbáceas, trepadoras y epífitas características de diferentes ambientes.

III.2.1.4.1. Especies arbóreas de la Región Ecológica

El estrato arbóreo se encuentra asociado principalmente con la vegetación secundaria derivada del bosque de encino, los encinos constituyen uno de los elementos más representativos de esta comunidad y están acompañados por otras especies propias de los bosques templados y de sectores con mayor humedad, estas especies representan distintos ambientes dentro de la Región Ecológica, los encinos constituyen el componente principal de la vegetación secundaria, mientras que especies como Alnus acuminata se relacionan con sitios de mayor humedad y márgenes de escurrimientos (Tabla III.6).

Tabla III.6. Especies arbóreas reportadas bibliográficamente para la Región Ecológica

Familia	Especie	Nombre común	Ambiente predominante	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fagaceae	*Quercus rugosa*	Encino blanco	Bosque de encino y pino-encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus laurina*	Encino negro / laurelillo	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus crassifolia*	Encino cucharilla	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus castanea*	Encino capulincillo	Bosque de encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus candicans*	Encino ancho	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus glaucoides*	Encino prieto	Bosque de encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus affinis*	Encino	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus aristata*	Encino	Bosque de encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus corrugata*	Encino	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	Bosque de encino y pino-encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus laeta*	Encino	Bosque de encino y pino-encino	Sin categoría

Fagaceae	*Quercus scytophylla*	Encino	Bosque de encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus acutifolia*	Encino	Bosque de encino	Sin categoría
Fagaceae	*Quercus obtusata*	Encino	Bosque de encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus pseudostrobus*	Pino lacio / pino liso	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus patula*	Pino colorado	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus leiophylla*	Pino	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus oaxacana*	Pino de Oaxaca	Bosque de pino y pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus douglasiana*	Pino	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus ayacahuite*	Pino ayacahuite	Bosque templado	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus teocote*	Pino teocote	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus hartwegii*	Pino de las alturas	Bosque templado de montaña	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus devoniana*	Pino lacio / pino michoacano	Bosque de pino y pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Pinus oocarpa*	Pino ocote	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Pinaceae	*Abies hickelii*	Oyamel de Juárez	Bosque templado de montaña	P
Betulaceae	*Alnus acuminata*	Aliso / palo de águila	Ribera, sitios húmedos y bosque templado	Sin categoría
Betulaceae	*Carpinus caroliniana*	Carpe	Bosque húmedo y bosque mesófilo	A
Betulaceae	*Ostrya virginiana*	Palo de fierro	Bosque templado húmedo	Pr
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*	Madroño	Bosque de pino-encino	Sin categoría
Ericaceae	*Comarostaphylis discolor*	Madroño / manzanita	Bosque de pino-encino	Pr
Rosaceae	*Prunus serotina*	Capulín / cerezo de monte	Bosque secundario	Sin categoría
Rosaceae	*Crataegus mexicana*	Tejocote	Bosque y vegetación secundaria	Sin categoría
Clethraceae	*Clethra mexicana*	Cletra	Laderas húmedas y bosque templado	Sin categoría
Clethraceae	*Clethra lanata*	Cletra	Bosque de pino-encino	Sin categoría

Lauraceae	*Litsea glaucescens*	Laurel	Bosque templado	P
Fabaceae	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Claros, bordes y vegetación secundaria	Sin categoría
Cupressaceae	*Juniperus flaccida*	Enebro / táscate	Bosque de encino y pino-encino	Sin categoría
Podocarpaceae	*Podocarpus matudae*	Podocarpo	Bosque húmedo de montaña	Pr
Magnoliaceae	*Magnolia schiedeana*	Magnolia	Bosque húmedo de montaña	A
Hamamelidaceae	*Liquidambar styraciflua*	Liquidámbar	Bosque húmedo y cañadas	Sin categoría
Araliaceae	*Dendropanax populifolius*	Palo de agua	Bosque húmedo de montaña	Sin categoría
Styracaceae	*Styrax glabrescens*	Estoraque	Bosque húmedo y pino-encino	Sin categoría
Styracaceae	*Styrax argenteus*	Estoraque	Bosque de encino	Sin categoría

III.2.1.4.2. Gramíneas, vegetación ribereña e hidrófitas

En los sectores relacionados con el cauce y los escurrimientos se pueden presentar comunidades vegetales con características diferentes a las observadas en las laderas, estas comunidades se desarrollan sobre depósitos aluviales, pequeñas terrazas, márgenes húmedas y superficies temporalmente inundables, su permanencia está condicionada por las variaciones estacionales del nivel del agua y por los procesos de depósito y remoción de sedimentos (Tabla III.7).

Tabla III.7. Especies de gramíneas, vegetación ribereña e hidrófitas reportadas bibliográficamente para la Región Ecológica

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Poaceae	*Paspalum distichum*	Grama de agua	Sin categoría
Poaceae	*Paspalum ligulare*	Pasto	Sin categoría
Poaceae	*Cenchrus clandestinus* (sin. *Pennisetum clandestinum*)	Kikuyo	Sin categoría
Poaceae	*Aristida petersonii*	Zacate tres barbas	Sin categoría
Poaceae	*Arundo donax*	Carrizo	Sin categoría
Cyperaceae	*Cyperus hermaphroditus*	Coquillo	Sin categoría
Cyperaceae	*Cyperus spectabilis*	Coquillo	Sin categoría
Cyperaceae	*Carex standleyana*	Cárice	Sin categoría
Cyperaceae	*Carex chordalis*	Cárice	Sin categoría
Cyperaceae	*Rhynchospora aristata*	Junquillo	Sin categoría
Cyperaceae	*Uncinia tenuis*	Cárice	Sin categoría
Juncaceae	*Juncus aemulans*	Junco / tule	Sin categoría
Typhaceae	*Typha domingensis*	Tule / espadaña	Sin categoría
Polygonaceae	*Rumex crispus*	Lengua de vaca	Sin categoría
Plantaginaceae	*Plantago major*	Llantén	Sin categoría
Brassicaceae	*Nasturtium officinale*	Berro	Sin categoría

Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Chamizo	Sin categoría
Rosaceae	*Rubus adenotrichos*	Zarzamora	Sin categoría
Betulaceae	*Alnus acuminata*	Aliso / palo de águila	Sin categoría

Estas comunidades ribereñas ocupan superficies comparativamente pequeñas pero aportan una condición ambiental distinta a la observada en las laderas y superficies agrícolas, su presencia incrementa la heterogeneidad del paisaje y genera zonas de transición entre el ambiente acuático y terrestre (Tabla III.8).

Tabla III.8. Especies arbustivas, herbáceas, trepadoras y epífitas reportadas bibliográficamente para la Región Ecológica

Familia	Especie	Nombre común	Forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010
Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Vid silvestre	Trepadora leñosa	Sin categoría
Orchidaceae	*Artorima erubescens*	Orquídea	Epífita	Sin categoría
Orchidaceae	*Laelia albida*	Lirio / orquídea	Epífita / litófita	Sin categoría
Orchidaceae	*Laelia rubescens*	Orquídea	Epífita	Sin categoría
Orchidaceae	*Laelia anceps*	Lirio / orquídea	Epífita / litófita	P
Orchidaceae	*Euchile karwinskii*	Lirio / orquídea	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia carlos-hankii*	Gallito / mechudita	Epífita	A
Bromeliaceae	*Tillandsia oaxacana*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia prodigiosa*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia bourgaei*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia magnusiana*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia fasciculata*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia usneoides*	Heno	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia plumosa*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia juncea*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia schiedeana*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia tricolor*	Gallito / tillandsia tricolor	Epífita	A
Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Gallito	Epífita	Sin categoría
Bromeliaceae	*Tillandsia gymnobotrya*	Gallito	Epífita	Sin categoría

Bromeliaceae	*Catopsis berteroniana*	Jarrita / bromelia	Epífita	Pr

La composición incluye especies asociadas con vegetación secundaria de bosque de encino, áreas agrícolas, claros, ambientes ribereños y sectores húmedos, en el estrato arbóreo destacan principalmente los encinos, acompañados por otras especies propias de los bosques templados, el componente arbustivo presenta especies características de comunidades secundarias en recuperación, mientras que el estrato herbáceo concentra una proporción importante de los registros por encontrarse tanto en áreas agrícolas como en claros, márgenes del río y depósitos aluviales, la vegetación ribereña introduce además especies adaptadas a condiciones de mayor humedad, mientras que las trepadoras y epífitas se encuentran principalmente en sectores con mayor desarrollo de vegetación forestal.

III.2.1.5. Vegetación presente del sitio de proyecto

Durante los recorridos realizados en el sitio del proyecto se observó que la vegetación se distribuye de manera irregular dentro del cauce y sobre sus márgenes, en las superficies formadas por depósitos de arena, grava y otros materiales aluviales predominan las especies herbáceas y los pastos, mientras que hacia las orillas, donde el terreno presenta mayor estabilidad, se encuentran algunos elementos arbustivos y leñosos asociados con la vegetación ribereña y con la vegetación secundaria presente en el entorno.

Esta distribución se encuentra estrechamente relacionada con la dinámica del Río Molino, durante la temporada de estiaje disminuye el nivel del agua y quedan expuestas superficies de arena, grava y sedimentos finos que pueden ser colonizadas gradualmente por pastos y otras especies herbáceas, en cambio, durante la temporada de lluvias el aumento del caudal cubre nuevamente parte de estas superficies y la fuerza de la corriente puede remover la vegetación que se desarrolla sobre los depósitos menos consolidados.

Por esta razón, dentro del sitio existen áreas prácticamente desprovistas de vegetación, otras con cobertura herbácea dispersa y algunos sectores donde la vegetación presenta mayor desarrollo, hacia las márgenes del cauce se observa una condición más estable, que permite el establecimiento de especies arbustivas y algunos elementos leñosos, cabe señalar que, entre enero de 2021 y julio de 2023 se realizaron actividades de extracción de materiales pétreos por terceros distintos al actual promovente, posteriormente estas actividades dejaron de realizarse, permitiendo que en algunas superficies se presentaran procesos naturales de acumulación de sedimentos y establecimiento de vegetación.

Metodología para calcular la diversidad específica

La caracterización de la flora en el sitio del proyecto se realizó mediante tres parcelas de muestreo establecidas dentro del polígono de aprovechamiento de 1,640 m² localizado en el cauce del Río Molino, las parcelas se ubicaron en los sectores con presencia de vegetación herbácea, arbustiva y leñosa, considerando las diferencias existentes entre los depósitos aluviales expuestos, las superficies con vegetación dispersa y las márgenes relativamente estables del cauce (Ver ANEXO I).

En cada parcela se efectuó el reconocimiento de los taxones presentes y el conteo de sus individuos, los registros se organizaron de acuerdo con los estratos arbóreo, arbustivo/leñoso

y herbáceo, también se anotaron la familia, el nombre común, el nombre científico, la forma biológica y la categoría correspondiente conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el estrato arbustivo/leñoso se contabilizaron de manera independiente los ejemplares identificables de cada taxón, mientras que en el estrato herbáceo se registraron los individuos observados dentro de las parcelas, cuando la forma de crecimiento dificultó la separación individual se consideraron únicamente las unidades diferenciables durante el levantamiento, no se registraron ejemplares que cumplieran con los criterios establecidos para su incorporación al estrato arbóreo.

Los registros obtenidos en las parcelas se utilizaron para determinar la riqueza específica, la abundancia por taxón, el índice de Shannon-Wiener, la diversidad máxima y la equidad de Pielou, estos cálculos corresponden exclusivamente a la flora registrada mediante muestreo directo en el sitio del proyecto y no a las especies incluidas mediante revisión bibliográfica para la Región Ecológica

Riqueza específica (S)
La riqueza específica corresponde al número de taxones registrados en cada estrato:
S=número de taxones presentes

Diversidad máxima (H'max)
La diversidad máxima representa el valor que podría alcanzar el índice de Shannon-Wiener si todos los taxones presentaran exactamente la misma abundancia relativa, sse calculó mediante:
$H_{max}' = \ln(S)$
donde S corresponde a la riqueza registrada.

Índice de Shannon-Wiener (H')
Para estimar la diversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual considera tanto el número de taxones como la proporción de individuos correspondiente a cada uno:

$$H' = -i=1\sum Spiln(pi)$$

donde:
S = número de taxones registrados;
pi = proporción de individuos correspondiente al taxón i;
ni = número de individuos del taxón i; y
N = número total de individuos registrados.

La abundancia relativa se calculó mediante:
$pi = Nni$
Equidad de Pielou (J')
Para determinar el grado de uniformidad en la distribución de los individuos se utilizó la equidad de Pielou:
$J' = Hmax'H'$

El índice toma valores entre 0 y 1, los valores próximos a 1 indican que los individuos se encuentran distribuidos de manera relativamente uniforme entre los taxones registrados, mientras que valores menores reflejan una mayor dominancia de uno o algunos de ellos, debido a que los valores de Shannon dependen tanto de la riqueza como de las abundancias relativas, su interpretación se realizó conjuntamente con H'max y J', evitando utilizar de manera aislada rangos generales de diversidad baja, media o alta.

Resultados

Durante el muestreo realizado mediante parcelas en el sitio del proyecto se registraron 10 taxones vegetales, de los cuales cuatro correspondieron al estrato arbustivo/leñoso y seis al estrato herbáceo, no se registraron individuos que cumplieran con los criterios establecidos para el estrato arbóreo

Los resultados del muestreo se presentan en la Tabla III.9, mientras que el cálculo de la diversidad del estrato arbustivo/leñoso se incluye en la Tabla III.10 y el correspondiente al estrato herbáceo se presenta en la Tabla III.11.

Tabla III.9. Especies registradas mediante parcelas de muestreo en el sitio del proyecto

Familia	Nombre común	Nombre científico	Estrato / forma biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fabaceae	Espino	*Vachellia farnesiana*	Arbustivo/leñoso	Sin categoría
Fabaceae	Espino	*Vachellia cornigera*	Arbustivo/leñoso	Sin categoría
Sapindaceae	Jarilla	*Dodonaea viscosa*	Arbustivo	Sin categoría
Euphorbiaceae	Higuerilla	*Ricinus communis*	Arbustivo	Sin categoría
Poaceae	Carrizo	*Phragmites australis*	Herbáceo emergente	Sin categoría
Convolvulaceae	Flor morada	*Ipomoea purpurea*	Herbáceo/trepador	Sin categoría
Poaceae	Pasto	*Panicum* sp.	Herbáceo/gramínea	Sin categoría
Poaceae	Pasto	*Paspalum convexus*	Herbáceo/gramínea	Sin categoría
Poaceae	Pasto	*Hilaria* sp.	Herbáceo/gramínea	Sin categoría
Poaceae	Pasto	*Eleusine* sp.	Herbáceo/gramínea	Sin categoría

De manera general, el componente herbáceo presentó la mayor riqueza dentro de las unidades de muestreo, principalmente por la presencia de diferentes pastos y del carrizo, los elementos arbustivos y leñosos fueron menos abundantes y se localizaron preferentemente hacia los sectores de margen y superficies con mayor estabilidad.

Tabla III.10. Diversidad del estrato arbustivo/leñoso registrado en el sitio del proyecto

Nombre común	**Nombre científico**	**Estrato**	**No. individuos**	**Pi = ni/N**	**Ln(Pi)**	**Pi × Ln(Pi)**
Espino	Vachellia farnesiana	Arbustivo/leñoso	1	0.2000	-1.6094	-0.3219

Espino	Vachellia cornigera	Arbustivo/leñoso	1	0.2000	-1.6094	-0.3219
Jarilla	Dodonaea viscosa	Arbustivo	2	0.4000	-0.9163	-0.3665
Higuerilla	Ricinus communis	Arbustivo	1	0.2000	-1.6094	-0.3219
Total			5	1.0000		-1.3322

Parámetro	Valor
Riqueza (S)	4
H' calculada	1.3322
H'max = Ln(S)	1.3863
Equidad J' = H'/H'max	0.9610

En el estrato arbustivo/leñoso se registraron cuatro taxones y cinco individuos, la jarilla (Dodonaea viscosa) fue el taxón con mayor representación, con dos individuos, mientras que los dos espinos y la higuerilla estuvieron representados por un individuo cada uno, el índice de Shannon-Wiener fue de H' = 1.3322, mientras que la diversidad máxima correspondiente a cuatro taxones fue de H'max = 1.3863, la cercanía entre ambos valores dio como resultado una equidad de J' = 0.9610, lo que indica que, aun cuando la jarilla presentó una abundancia ligeramente mayor, no existe una dominancia marcada de un solo taxón dentro de este componente.

Tabla III.11. Diversidad del estrato herbáceo registrado en el sitio del proyecto

Nombre común	**Nombre científico**	**Estrato**	**No. individuos**	**Pi = ni/N**	**Ln(Pi)**	**Pi × Ln(Pi)**
Carrizo	Phragmites australis	Herbáceo emergente	12	0.4615	-0.7732	-0.3569
Flor morada	Ipomoea purpurea	Herbáceo	2	0.0769	-2.5649	-0.1973
Pasto	Panicum sp.	Herbáceo	3	0.1154	-2.1595	-0.2492
Pasto	Paspalum convexus	Herbáceo	3	0.1154	-2.1595	-0.2492
Pasto	Hilaria sp.	Herbáceo	2	0.0769	-2.5649	-0.1973
Pasto	Eleusine sp.	Herbáceo	4	0.1538	-1.8718	-0.2880
Total			26	1.0000		-1.5378

Parámetro	Valor
Riqueza (S)	6
H' calculada	1.5378
H'max = Ln(S)	1.7918
Equidad J' = H'/H'max	0.8582

En el estrato herbáceo se registraron seis taxones y 26 individuos, el carrizo (Phragmites australis) presentó la mayor abundancia, con 12 individuos, seguido por Eleusine sp. con cuatro individuos; Panicum sp. y Paspalum convexus estuvieron representados por tres individuos cada uno, mientras que Ipomoea purpurea e Hilaria sp. presentaron dos individuos

cada uno, el índice de Shannon-Wiener obtenido fue de H' = 1.5378, mientras que la diversidad máxima correspondiente a los seis taxones fue de H'max = 1.7918, la equidad presentó un valor de J' = 0.8582, este resultado muestra que el estrato mantiene una distribución relativamente uniforme, aunque existe una mayor concentración de individuos de Phragmites australis, que representa aproximadamente el 46.2 % de los registros herbáceos.

Los resultados muestran diferencias entre los dos componentes de vegetación evaluados, el estrato herbáceo presentó la mayor riqueza, con seis taxones, frente a los cuatro registrados en el componente arbustivo/leñoso, de igual manera, el valor de Shannon-Wiener fue mayor para el estrato herbáceo (H' = 1.5378) que para el arbustivo/leñoso (H' = 1.3322), sin embargo, la mayor riqueza del estrato herbáceo no significa que sus individuos se encuentren distribuidos de manera más uniforme, la equidad de Pielou fue de 0.8582, debido principalmente a la mayor abundancia del carrizo, en el componente arbustivo/leñoso, en cambio, la equidad alcanzó 0.9610, mostrando una distribución más homogénea entre los cuatro taxones registrados.

La composición obtenida coincide con las características físicas observadas en el sitio, los depósitos aluviales y las superficies temporalmente expuestas favorecen principalmente el establecimiento de pastos y otras herbáceas, mientras que las zonas próximas al agua permiten el desarrollo de vegetación emergente como el carrizo, los elementos arbustivos y leñosos presentan una distribución más localizada hacia las márgenes, donde el sustrato permanece relativamente estable durante periodos más prolongados, en conjunto, la vegetación del sitio puede considerarse heterogénea y de carácter predominantemente herbáceo-ribereño, con presencia localizada de elementos arbustivos y leñosos, su distribución actual no responde únicamente a la composición florística, sino también a la dinámica propia del cauce, particularmente a los periodos de inundación, exposición de depósitos aluviales, transporte de sedimentos y recolonización de superficies durante el estiaje.

III.2.2. Fauna silvestre

La Región Ecológica se caracterizó bibliográficamente y el sitio del proyecto se verificó mediante recorridos de campo y transectos establecidos, la primera corresponde a la Región Ecológica, donde se analizaron los ambientes disponibles para la fauna y las especies que pueden encontrarse asociadas con ellos; la segunda corresponde al sitio del proyecto, constituido por los 1,640 m² del polígono donde se pretende realizar el aprovechamiento de materiales pétreo, esta diferenciación resulta necesaria debido a que las condiciones de hábitat no son iguales en ambas escalas, la Región Ecológica comprende áreas agrícolas, vegetación secundaria arbustiva derivada de bosque de encino, terrenos en descanso, laderas con vegetación leñosa, escurrimientos y ambientes ribereños; en cambio, el sitio del proyecto se encuentra directamente sobre el cauce del Río Molino y está constituido principalmente por depósitos aluviales, superficies abiertas, pequeñas áreas con vegetación herbácea y sectores de margen.

III.2.2.1. Hábitats faunísticos de la Región Ecológica

De acuerdo con la cartografía utilizada para la caracterización ambiental, la Región Ecológica presenta dos unidades principales de uso del suelo y vegetación: Agricultura de Temporal

Anual (TA) y Vegetación Secundaria Arbustiva derivada de Bosque de Encino (VSa/BQ), la combinación de estos ambientes genera diferentes condiciones para el establecimiento y desplazamiento de la fauna silvestre.

Agricultura de temporal anual

Las superficies agrícolas presentan una estructura predominantemente abierta, en ellas se encuentran cultivos, vegetación herbácea, especies arvenses, terrenos en descanso y algunos arbustos aislados, aunque estas áreas presentan menor cobertura que la vegetación secundaria de encino, pueden funcionar como sitios de alimentación para especies de fauna y las zonas de transición hacia la vegetación secundaria funcionan como espacios donde coinciden especies propias de ambientes abiertos con aquellas asociadas con coberturas arbustivas.

Vegetación secundaria arbustiva derivada de bosque de encino

La vegetación secundaria arbustiva derivada del bosque de encino presenta una estructura más compleja que las superficies agrícolas, debido a la presencia de arbustos, rebrotes, árboles juveniles, ejemplares arbóreos dispersos, herbáceas, trepadoras, hojarasca, rocas y material vegetal acumulado, estas condiciones ofrecen disponibilidad de refugio y sitios de alimentación para aves, pequeños mamíferos, reptiles y otros grupos de fauna, los sectores donde existe mayor cobertura arbórea pueden ser utilizados por especies de hábitos forestales, mientras que los claros y bordes permiten el desplazamiento y alimentación de especies que utilizan ambientes más abiertos.

III.2.2.2. Caracterización de fauna

La caracterización de la flora y fauna de la Región Ecológica se realizó mediante la revisión de fuentes bibliográficas, bases de datos oficiales, cartografía de uso del suelo y vegetación y el Programa de Manejo Forestal de los Bienes Comunales de Nuevo Zoquiápam, las especies incluidas en las tablas corresponden a registros documentales asociados con el territorio comunal y los ambientes presentes en la Región Ecológica.

III.2.2.3. Composición faunística de la Región Ecológica

Aves

Las aves constituyen el grupo con mayor facilidad de identificación durante algún recorrido de campo debido a su movilidad, actividad diurna y posibilidad de identificación mediante observaciones directas y vocalizaciones, la composición de este grupo cambia de acuerdo con las condiciones del hábitat, en las superficies agrícolas y áreas abiertas pueden encontrarse palomas, tórtolas, golondrinas, zopilotes y algunas rapaces, mientras que las zonas con vegetación secundaria presentan mejores condiciones para especies relacionadas con ambientes arbolados y arbustivos.

El Programa de Manejo Forestal, así como datos de la CONABIO reportan para el territorio comunal la presencia de diferentes especies de aves, entre ellas gallina de monte, aguililla cola roja, codorniz de Moctezuma, jilguero, trogón mexicano, cuervo común, lechuzas, búhos, colibríes, carpinteros, zopilotes y golondrinas, estos registros se utilizaron como referencia regional y no como evidencia de presencia dentro de los 1,640 m² del sitio del proyecto (Tabla III.13).

Tabla III.13. Especies de aves reportadas bibliográficamente para la Región Ecológica

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Odontophoridae	*Dendrortyx macroura*	Codorniz coluda neovolcánica	A
Odontophoridae	*Cyrtonyx montezumae*	Codorniz Moctezuma	Pr
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Sin categoría
Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán pecho rufo	Pr
Accipitridae	*Accipiter cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr
Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	Sin categoría
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Sin categoría
Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	Sin categoría
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	Sin categoría
Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	Sin categoría
Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	Sin categoría
Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	Sin categoría
Strigidae	*Megascops trichopsis*	Tecolote rítmico	Sin categoría
Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas	Sin categoría
Trochilidae	*Eugenes fulgens*	Colibrí magnífico	Sin categoría
Trochilidae	*Lampornis amethystinus*	Colibrí garganta amatista	Sin categoría
Trochilidae	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha	Sin categoría
Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	Sin categoría
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de pechera	Sin categoría
Psittacidae	*Psittacara holochlorus*	Perico mexicano	A
Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	Sin categoría
Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	Sin categoría
Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared común	Sin categoría
Regulidae	*Regulus calendula*	Reyezuelo de corona rubí	Sin categoría
Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín jilguero	Sin categoría
Turdidae	*Catharus occidentalis*	Zorzal mexicano	Sin categoría
Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	Sin categoría
Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	Sin categoría
Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	Sin categoría

Peucedramidae	*Peucedramus taeniatus*	Ocotero enmascarado	Sin categoría
Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe ceja dorada	Sin categoría
Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe rojo	Sin categoría
Parulidae	*Myioborus pictus*	Chipe ala blanca	Sin categoría
Cardinalidae	*Piranga erythrocephala*	Piranga cabeza roja	Sin categoría
Passerellidae	*Atlapetes pileatus*	Atlapetes gorra rufa	Sin categoría
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	Sin categoría

III.2.2.4. Mamíferos

Dentro de la Región Ecológica, la vegetación secundaria de encino ofrece mejores condiciones de refugio que las superficies agrícolas, la presencia de arbustos, árboles, hojarasca, rocas y material vegetal proporciona sitios adecuados para pequeños mamíferos, las superficies agrícolas pueden ser utilizadas principalmente como zonas de alimentación y desplazamiento, mientras que los bordes entre parcelas y vegetación secundaria funcionan como corredores locales (Tabla III.14).

Tabla III.14. Especies de reptiles reportadas bibliográficamente para la Región Ecológica

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Didelphimorphia	*Didelphis* sp.	Tlacuache	Sin categoría
Cingulata	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	Sin categoría
Lagomorpha	*Sylvilagus floridanus*	Conejo castellano	Sin categoría
Rodentia	*Sciurus aureogaster*	Ardilla gris / vientre rojo	Sin categoría
Rodentia	*Thomomys umbrinus*	Tuza	Sin categoría
Rodentia	*Microtus oaxacensis*	Metorito de Oaxaca	A
Rodentia	*Microtus umbrosus*	Metorito de Zempoaltépetl	Pr
Rodentia	*Habromys ixtlani*	Ratón de Ixtlán	Sin categoría
Rodentia	*Habromys chinanteco*	Ratón de la Chinantla	Sin categoría
Rodentia	*Peromyscus melanocarpus*	Ratón de campo	Sin categoría
Rodentia	*Peromyscus melanurus*	Ratón de campo	Sin categoría
Rodentia	*Rheomys mexicanus*	Ratón acuático mexicano	Pr
Carnivora	*Canis latrans*	Coyote	Sin categoría
Carnivora	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Sin categoría
Carnivora	*Mustela frenata*	Comadreja	Sin categoría
Carnivora	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	Sin categoría
Carnivora	*Bassariscus sumichrasti*	Cacomixtle tropical	Pr
Carnivora	*Nasua narica*	Coatí / tejón	Sin categoría
Carnivora	*Procyon lotor*	Mapache	Sin categoría
Carnivora	*Spilogale angustifrons*	Zorrillo manchado	Sin categoría

Carnivora	*Puma concolor*	Puma	Sin categoría
Carnivora	*Leopardus wiedii*	Tigrillo / margay	P
Carnivora	*Lynx rufus*	Gato montés	Sin categoría
Artiodactyla	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	Sin categoría
Artiodactyla	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar	Sin categoría
Chiroptera	*Myotis velifer*	Murciélago de cueva	Sin categoría
Chiroptera	*Dermanura azteca*	Murciélago frugívoro azteca	Sin categoría
Chiroptera	*Dermanura tolteca*	Murciélago frugívoro tolteca	Sin categoría
Chiroptera	*Sturnira ludovici*	Murciélago de hombros amarillos	Sin categoría
Chiroptera	*Desmodus rotundus*	Murciélago vampiro común	Sin categoría
Chiroptera	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo	A

III.2.2.5. Reptiles

Los reptiles pueden utilizar diferentes ambientes dentro de la Región Ecológica, las áreas agrícolas, caminos y depósitos aluviales ofrecen superficies abiertas que favorecen la termorregulación, mientras que la vegetación secundaria proporciona refugios entre hojarasca, raíces, piedras, troncos y arbustos, en las proximidades del Río Molino, las acumulaciones de grava, arena y cantos rodados generan espacios que pueden ser utilizados por lagartijas y eventualmente por serpientes, su presencia puede variar a lo largo del año en función de la temperatura, disponibilidad de alimento y condiciones de humedad (Tabla III.15).

Tabla III.15. Reptiles de la Región Ecológica.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Phrynosomatidae	*Sceloporus formosus*	Lagartija espinosa	Sin categoría
Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus microlepidotus*	Lagartija escamosa	Pr
Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus horridus*	Lagartija espinosa	Sin categoría
Phrynosomatidae	*Sceloporus aureolus*	Lagartija espinosa	Sin categoría
Phrynosomatidae	*Phrynosoma braconnieri*	Camaleón de montaña / camaleón de cola corta	Pr
Anguidae	*Gerrhonotus liocephalus*	Lagarto alicante	Sin categoría
Anguidae	*Barisia imbricata imbricata*	Alicante	Pr
Anguidae	*Barisia imbricata planifrons*	Alicante	Pr
Anguidae	*Abronia oaxacae*	Lagartija arborícola de Oaxaca	Pr
Anguidae	*Mesaspis juarezi*	Lagartija alicante	A
Anguidae	*Mesaspis gadovii*	Lagartija alicante	A
Scincidae	*Plestiodon brevirostris*	Eslizón	Sin categoría

Dactyloidae	*Anolis quercorum*	Anolis de encino	Sin categoría
Colubridae	*Salvadora intermedia*	Culebra parchada	Sin categoría
Colubridae	*Conopsis megalodon*	Culebra terrestre	Sin categoría
Dipsadidae	*Geophis dubius*	Culebra de tierra	Sin categoría
Natricidae	*Thamnophis lineri*	Culebra jarretera	Sin categoría
Viperidae	*Crotalus intermedius*	Cascabel	A

III.2.2.6. Anfibios

La distribución de los anfibios está estrechamente relacionada con la humedad y la disponibilidad temporal o permanente de agua, dentro de la Región Ecológica, los sitios con mayor aptitud para este grupo corresponden a pequeños escurrimientos, remansos, márgenes húmedas, sectores sombreados y superficies con acumulación de materia orgánica, las áreas agrícolas abiertas presentan condiciones menos favorables, particularmente durante la temporada seca, mientras que los ambientes próximos al cauce y algunos sectores de vegetación secundaria pueden mantener mejores condiciones de humedad (Tabla III.16).

Tabla III.16. Especies de anfibios reportadas bibliográficamente para la Región Ecológica

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Hylidae	*Dryophytes euphorbiaceus*	Rana arborícola de Oaxaca	Pr
Hylidae	*Plectrohyla bistincta*	Rana de árbol / rana de arroyo	A
Bufonidae	*Incilius spiculatus*	Sapo de cresta	A
Bufonidae	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos	Pr
Plethodontidae	*Thorius cf. insperatus*	Salamandra pigmea	Pr

III.2.2.7. Fauna silvestre en el sitio del proyecto

La caracterización de la fauna silvestre del sitio del proyecto se realizó considerando la superficie de 1,640 m² correspondiente al polígono de aprovechamiento y sus márgenes inmediatas, el área se encuentra dentro del cauce del Río Molino y presenta superficies abiertas formadas por arena, grava, cantos y otros depósitos aluviales, además de sectores con vegetación herbácea, algunas zonas con mayor humedad y márgenes donde se concentra vegetación arbustiva y leñosa.

Cabe mencionar que, durante los procesos de identificación no se registraron mamíferos de manera directa dentro del polígono, asimismo, no se obtuvieron registros directos de anfibios dentro del polígono.

Metodología

La caracterización se realizó mediante recorridos de observación directa y búsqueda de evidencias indirectas dentro del sitio del proyecto, para representar las principales condiciones del polígono se establecieron tres transectos de observación, distribuidos de acuerdo con los microambientes presentes (ANEXO I).

El Transecto 1 (T1) se ubicó en un sector con depósitos aluviales expuestos y vegetación herbácea dispersa, el Transecto 2 (T2) se estableció en un sector próximo al cauce, con mayor disponibilidad de humedad y vegetación emergente, el Transecto 3 (T3) se ubicó hacia una margen relativamente estable, donde aumenta la presencia de vegetación arbustiva y leñosa, los recorridos se realizaron a velocidad constante, efectuando pausas cuando se detectó actividad de fauna, para las aves se consideraron registros visuales y auditivos; para reptiles se revisaron depósitos aluviales, rocas, vegetación baja y posibles sitios de refugio; mientras que para insectos se registraron principalmente ejemplares conspicuos observados sobre la vegetación o en vuelo.

También se realizó búsqueda de huellas, excretas, madrigueras, nidos, restos de alimentación y otros rastros que pudieran indicar la presencia de fauna, cuando fue necesario se recurrió al registro fotográfico para apoyar la identificación posterior.

Análisis de la información

Los registros obtenidos fueron organizados por especie, grupo faunístico y transecto, a partir de esta información se determinó la riqueza específica, abundancia relativa y diversidad. Para el análisis se utilizaron los siguientes parámetros:

Riqueza específica (S):
S=número de taxones registrados

Abundancia relativa:
pi=Nni

donde ni corresponde al número de individuos registrados del taxón i y N al número total de individuos.
Índice de Shannon-Wiener:
H′=−i=1∑Spiln(pi)

Diversidad máxima:
Hmax′=ln(S)

Equidad de Pielou:
J′=Hmax′H′

Resultados

Durante los recorridos realizados en el sitio se registraron nueve taxones de fauna silvestre, correspondientes principalmente a aves, insectos y reptiles, las aves constituyeron el grupo con mayor número de registros, lo cual resulta congruente con su movilidad y facilidad de observación en ambientes abiertos y ribereños, los insectos estuvieron asociados principalmente con la vegetación herbácea y arbustiva, mientras que los reptiles fueron observados sobre superficies expuestas y depósitos aluviales. (Tabla III.17) (Tabla III.18)

Tabla III.17. Fauna silvestre registrada en el sitio del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010

Falco sparverius	Cernícalo americano	Ave	Sin categoría
Cathartes aura	Zopilote aura	Ave	Sin categoría
Columbina inca	Tórtola cola larga	Ave	Sin categoría
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	Ave	Sin categoría
Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	Ave	Sin categoría
Quiscalus mexicanus	Zanate mexicano	Ave	Sin categoría
Chlosyne hippodrome	Mariposa parche simple	Insecto	Sin categoría
Heliconius charithonia	Mariposa cebra de alas largas	Insecto	Sin categoría
Sceloporus variabilis	Lagartija espinosa vientre rosado	Reptil	Sin categoría

Tabla III.18. Distribución de los registros de fauna por transecto

Taxón	T1	T2	T3	Total
Falco sparverius	0	1	0	1
Cathartes aura	0	0	1	1
Columbina inca	1	0	1	2
Zenaida asiatica	0	1	0	1
Myiarchus tuberculifer	1	0	0	1
Quiscalus mexicanus	0	0	1	1
Chlosyne hippodrome	0	1	0	1
Heliconius charithonia	0	1	0	1
Sceloporus variabilis	1	0	0	1
Total	3	4	3	10

La distribución de los registros muestra una abundancia relativamente similar entre los tres transectos, el Transecto 2 presentó el mayor número de registros y la mayor riqueza, con cuatro taxones y cuatro individuos, mientras que los transectos 1 y 3 presentaron tres taxones y tres individuos cada uno.

Esta diferencia es pequeña y puede relacionarse con las características particulares de cada sector, el T2 se localizó en un área próxima al cauce y con mayor presencia de vegetación asociada a condiciones de humedad, ofreciendo sitios de descanso y alimentación, en contraste, T1 representó principalmente depósitos aluviales y superficies abiertas, mientras que T3 correspondió a un sector próximo a la margen.

Cálculo de diversidad por transecto

Transecto 1

En el Transecto 1 se registraron tres individuos correspondientes a tres taxones: Columbina inca, Myiarchus tuberculifer y Sceloporus sp. Cada taxón estuvo representado por un individuo. (Tabla III.19).

Tabla III.19. Distribución de los registros de fauna en el transecto 1

Parámetro	Valor
Riqueza específica (S)	3

Número de individuos (N)	3
Shannon-Wiener (H')	1.0986
H'max = Ln(S)	1.0986
Equidad de Pielou (J')	1.0000
Simpson (1-D)	0.6667
Diversidad verdadera (^{1}D)	3.00

La equidad de Pielou alcanzó, por tanto, un valor de J' = 1.0000, indicando una distribución completamente uniforme de los registros, no se presentó dominancia de un taxón sobre los demás.

Transecto 2

En el Transecto 2 se registraron cuatro individuos correspondientes a cuatro taxones: Falco sparverius, Zenaida asiatica, Chlosyne hippodrome y Heliconius charithonia. (Tabla III.20)

Tabla III.20. Distribución de los registros de fauna en el transecto 2

Parámetro	Valor
Riqueza específica (S)	4
Número de individuos (N)	4
Shannon-Wiener (H')	1.3863
H'max = Ln(S)	1.3863
Equidad de Pielou (J')	1.0000
Simpson (1-D)	0.7500
Diversidad verdadera (^{1}D)	4.00

El Transecto 2 presentó la mayor riqueza específica, con cuatro taxones debido a que cadano uno estuvo representado por un solo individuo, el índice de Shannon-Wiener alcanzó el valor máximo posible para esta riqueza, con H' = 1.3863, la equidad de Pielou fue de J' = 1.0000, mostrando una distribución uniforme de los registros y ausencia de dominancia entre los taxones observados, la diversidad verdadera fue de 4.00, lo cual corresponde exactamente al número de taxones registrados debido a que todos presentaron la misma abundancia, Transecto 3

En el Transecto 3 se registraron tres individuos correspondientes a tres taxones: Cathartes aura, Columbina inca y Quiscalus mexicanus. (Tabla III.21)

Tabla III.21. Distribución de los registros de fauna en el transecto 3

Parámetro	Valor
Riqueza específica (S)	3
Número de individuos (N)	3
Shannon-Wiener (H')	1.0986
H'max = Ln(S)	1.0986
Equidad de Pielou (J')	1.0000
Simpson (1-D)	0.6667
Diversidad verdadera (^{1}D)	3.00

Al igual que en T1, los tres taxones estuvieron representados por un individuo cada uno, en consecuencia, el índice de Shannon-Wiener fue igual a la diversidad máxima posible para tres especies, con H' = H'max = 1.0986, la equidad alcanzó un valor de J' = 1.0000, reflejando nuevamente una distribución uniforme de los registros. (Tabla III.22)

Tabla III.22. Comparación de la diversidad entre transectos

Transecto	S	N	H'	H'max	J'	Simpson (1-D)	^1D
T1	3	3	1.0986	1.0986	1.0000	0.6667	3.00
T2	4	4	1.3863	1.3863	1.0000	0.7500	4.00
T3	3	3	1.0986	1.0986	1.0000	0.6667	3.00

La comparación muestra que el Transecto 2 presentó la mayor riqueza y diversidad, con cuatro taxones, mientras que T1 y T3 presentaron tres taxones cada uno, sin embargo, los tres transectos tuvieron una equidad de 1.0000, debido a que dentro de cada unidad todos los taxones estuvieron representados por el mismo número de individuos, por esta razón, las diferencias observadas entre los valores de Shannon se deben principalmente a la diferencia en riqueza y no a la dominancia de alguna especie, T1 y T3 presentaron condiciones cuantitativamente similares, con tres taxones y tres registros, mientras que T2 incorporó un taxón adicional y alcanzó, en consecuencia, un valor ligeramente mayor de diversidad.

Al integrar los registros correspondientes a los tres transectos se obtuvo un total de 10 individuos distribuidos entre nueve taxones, la única especie registrada en más de una ocasión fue Columbina inca, con dos individuos. Los ocho taxones restantes estuvieron representados por un individuo cada uno. (Tabla III.23)

Tabla III.23. Cálculo general del índice de Shannon-Wiener para la fauna del sitio del proyecto

Nombre científico	No. individuos	Pi = ni/N	Ln(Pi)	Pi × Ln(Pi)
Falco sparverius	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Cathartes aura	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Columbina inca	2	0.2000	-1.6094	-0.3219
Zenaida asiatica	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Myiarchus tuberculifer	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Quiscalus mexicanus	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Chlosyne hippodrome	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Heliconius charithonia	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Sceloporus variabilis	1	0.1000	-2.3026	-0.2303
Total	10	1.0000	—	-2.1640

Por lo tanto:
$H' = -\sum pi \ln(pi)$ $H' = 2.1640$

La diversidad máxima para nueve taxones corresponde a:
$Hmax' = \ln(9)$ $Hmax' = 2.1972$

La equidad de Pielou es:
$J' = 2.19722.1640$ $J' = 0.9849$

Para el índice de Simpson:
$1-D=1-\sum pi2$ $1-D=0.8800$

Finalmente, la diversidad verdadera de orden 1 corresponde a:
$1D=e2.1640$ $1D=8.71$

Resultados generales

Parámetro	Valor
Riqueza específica (S)	9
Número de individuos (N)	10
Shannon-Wiener (H')	2.1640
H'max	2.1972
Equidad de Pielou (J')	0.9849
Simpson (1-D)	0.8800
Diversidad verdadera (^{1}D)	8.71

Durante los recorridos realizados en el sitio del proyecto se registraron nueve taxones y un total de diez individuos, mostrando una riqueza faunística mayor en relación con el número total de registros, las aves constituyeron el grupo con mayor representación, mientras que los insectos y reptiles presentaron registros más puntuales, la única especie observada en dos ocasiones fue la tórtola cola larga (Columbina inca).

El índice de Shannon-Wiener alcanzó un valor de H' = 2.1640, muy próximo al valor máximo teórico de H'max = 2.1972 correspondiente a nueve taxones. Esta proximidad indica que los registros se encuentran distribuidos de manera bastante uniforme entre las especies observadas.

La equidad de Pielou presentó un valor de J' = 0.9849, cercano a 1, lo que confirma que no existe una dominancia marcada de una sola especie, aunque Columbina inca presentó dos individuos, esta diferencia resulta pequeña respecto de la composición general de la muestra.

El índice de Simpson (1-D = 0.8800) coincide con esta interpretación y refleja una baja probabilidad de concentración de los registros en un número reducido de taxones, de igual manera, la diversidad verdadera de 8.71 indica que la comunidad observada presenta una diversidad equivalente a la que tendría una comunidad formada por 8.7 especies igualmente abundantes.

En cuanto a la distribución espacial, el Transecto 2 presentó la mayor riqueza, con cuatro taxones, mientras que T1 y T3 presentaron tres cada uno, sin embargo, esta diferencia fue reducida y los tres sectores presentaron una distribución completamente uniforme de sus registros.

La composición observada es congruente con las condiciones del sitio, las aves pueden utilizar el cauce y sus márgenes como espacios de desplazamiento, alimentación o descanso; los insectos se encuentran relacionados principalmente con la vegetación herbácea y de margen, mientras que las lagartijas pueden aprovechar las rocas, depósitos aluviales y

superficies expuestas como refugio y sitios de termorregulación, cabe señalar que, durante los recorridos no se obtuvieron registros directos de mamíferos ni anfibios en el sitio de proyecto.

III.3. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

III.3.1. Clima

El clima constituye uno de los componentes ambientales de mayor importancia dentro de la Región Ecológica, debido a que controla la disponibilidad de agua, el comportamiento hidrológico del territorio, la dinámica geomorfológica, la formación y evolución de los suelos, así como la distribución de la vegetación y de las comunidades de fauna silvestre. En conjunto, estos factores determinan la productividad biológica, los procesos de erosión, transporte y depósito de sedimentos, así como el funcionamiento ecológico del cauce del Río Molino y de las unidades fisiográficas asociadas.

La caracterización climática de la Región Ecológica se realizó utilizando la cartografía oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), elaborada con base en la clasificación climática de Köppen modificada por García (2004), ampliamente utilizada en México para la representación de las condiciones climáticas nacionales, asimismo, la información fue contrastada con la cartografía disponible en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con la finalidad de corroborar la distribución espacial de las unidades climáticas presentes en el área de estudio.

El análisis cartográfico permitió identificar la presencia de dos subtipos climáticos, correspondientes a C(w1) y (A)C(w0), ambos caracterizados por presentar un régimen de lluvias concentrado durante el verano, condición típica de las regiones montañosas de la Sierra Norte de Oaxaca, la distribución de estos subtipos refleja la influencia del relieve sobre la temperatura y la humedad, generando una transición altitudinal entre ambientes templados y semicálidos.

El clima C(w1) corresponde a un templado subhúmedo con lluvias en verano, caracterizado por temperaturas medias anuales comprendidas entre 12 y 18 °C, temperaturas del mes más frío entre −3 y 18 °C, temperaturas del mes más cálido inferiores a 22 °C y un régimen de precipitación estacional concentrado durante los meses de verano, mientras que la precipitación invernal representa únicamente entre el 5 y 10.2 % de la precipitación anual, estas condiciones favorecen el establecimiento de ecosistemas templados, principalmente bosques de pino, encino y asociaciones mixtas, además de mantener una elevada capacidad de infiltración y regulación hídrica que caracteriza a las zonas altas de la Sierra Norte.
Por su parte, el clima (A)C(w0) corresponde a un semicálido subhúmedo con lluvias en verano, el cual representa una transición entre los climas templados y cálidos, este subtipo climático presenta una temperatura media anual superior a 18 °C, temperatura del mes más frío inferior a 18 °C y temperatura del mes más cálido superior a 22 °C, manteniendo igualmente un régimen de lluvias estivales y una precipitación invernal reducida, la presencia de esta unidad climática se encuentra asociada a variaciones locales del relieve, la exposición de las laderas y las diferencias altitudinales que caracterizan la fisiografía regional. (Tabla III.24) (Figura III.4).

Tabla III.24. Tipos de clima presentes en la Región Ecológica.

Clave climatológica	Descripción
C(w1)	Clima templado subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual entre 12 y 18 °C, temperatura del mes más frío entre −3 y 18 °C, temperatura del mes más cálido inferior a 22 °C y precipitación concentrada durante el verano.
(A)C(w0)	Clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual superior a 18 °C, temperatura del mes más frío inferior a 18 °C, temperatura del mes más cálido superior a 22 °C y precipitación estacional característica de ambientes de transición altitudinal.

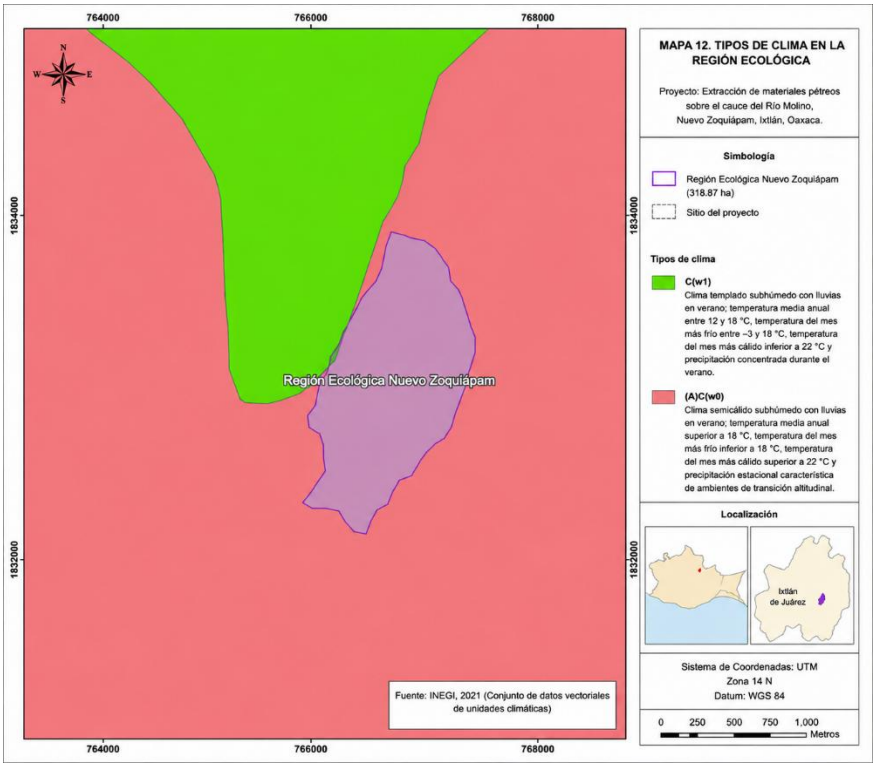
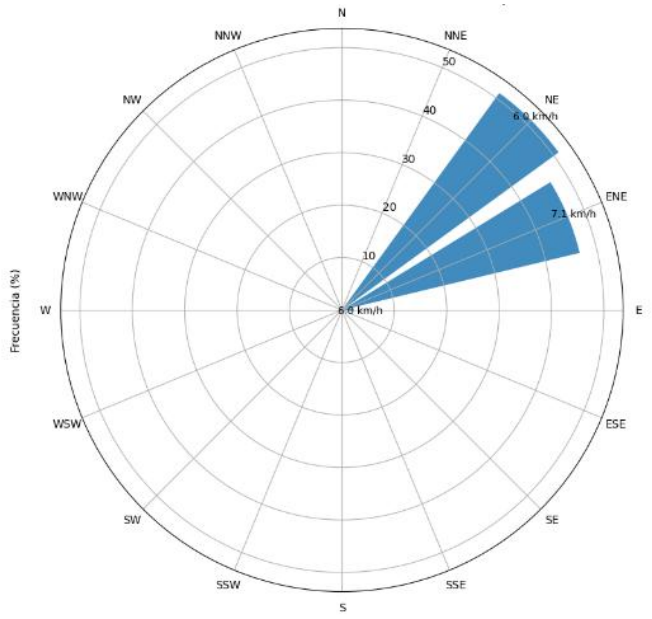


Figura III.4. Distribución de los tipos climáticos presentes en la Región Ecológica.

Vientos

El régimen de vientos en la Región Ecológica está condicionado principalmente por la configuración montañosa de la Sierra Norte de Oaxaca, donde la orientación de las laderas y los valles controla la dirección predominante de las corrientes de aire, las condiciones orográficas favorecen la canalización del viento a través de los valles, generando variaciones locales en su intensidad y dirección, por lo que en la región ecológica predominan vientos con componente noreste–suroeste y este–oeste, influenciados por la circulación atmosférica regional y el relieve montañoso.

Cabe señalar que, la velocidad media anual del viento en la región se mantiene generalmente entre 2 y 4 m/s (7 a 14 km/h), con incrementos estacionales durante la temporada seca (noviembre a abril), asimismo, durante la temporada de lluvias, la velocidad del viento suele disminuir debido al incremento de la humedad atmosférica y a la mayor estabilidad del aire en los valles intermontanos (Figura III.5).



Fuente: Weather.com, pronóstico horario consultado para Nuevo Zoquiápam. Gráfica de referencia; no sustituye una climatología anual de estación meteorológica.

Figura III.5. Rosa de los vientos de Referencia para Nuevo Zoquiapam, Oaxaca.

Fenómenos hidrometeorológicos

La Región Ecológica no se localiza dentro de una zona de impacto directo por ciclones tropicales o huracanes provenientes del océano Pacífico o del Golfo de México. No obstante, debido a su ubicación en la Sierra Norte de Oaxaca y a la influencia del relieve montañoso, el área es susceptible a los efectos indirectos de estos sistemas meteorológicos, particularmente por la ocurrencia de lluvias intensas, incremento temporal de escurrimientos superficiales, crecidas extraordinarias en los cauces y procesos de remoción en masa asociados a la saturación del suelo.

El clima de la región está influenciado por sistemas convectivos, ondas tropicales, canales de baja presión y ciclones tropicales que, durante la temporada de lluvias (mayo a octubre), aportan la mayor parte de la precipitación anual, en la Sierra Norte de Oaxaca se registran precipitaciones medias anuales que generalmente oscilan entre 1,200 y 2,000 mm, concentrándose aproximadamente 75 a 85 % de la lluvia entre junio y septiembre. Estas condiciones favorecen el incremento temporal del caudal del Río Molino y de los escurrimientos tributarios que conforman la red hidrográfica de la Región Ecológica, en las partes más elevadas de la Sierra Norte también son frecuentes los procesos de condensación orográfica, que contribuyen al mantenimiento de elevados niveles de humedad ambiental y a la recarga natural de los acuíferos y corrientes superficiales.

III.3.2. Geomorfología y Geología

III.3.2.1 Fisiografía

La geomorfología constituye la disciplina que estudia el origen, evolución y dinámica de las formas del relieve terrestre como resultado de la interacción entre los procesos geológicos internos y los agentes externos de modelado, tales como el clima, la acción fluvial, la gravedad y los procesos de meteorización, la caracterización fisiográfica de la Región Ecológica se realizó utilizando la cartografía oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), escala 1:250 000, correspondiente a Provincias y Subprovincias Fisiográficas de México.

Como resultado del análisis espacial se determinó que la totalidad de la Región Ecológica se localiza dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, específicamente en la Subprovincia Sierras Orientales (Figura III.6) (Tabla III.25).

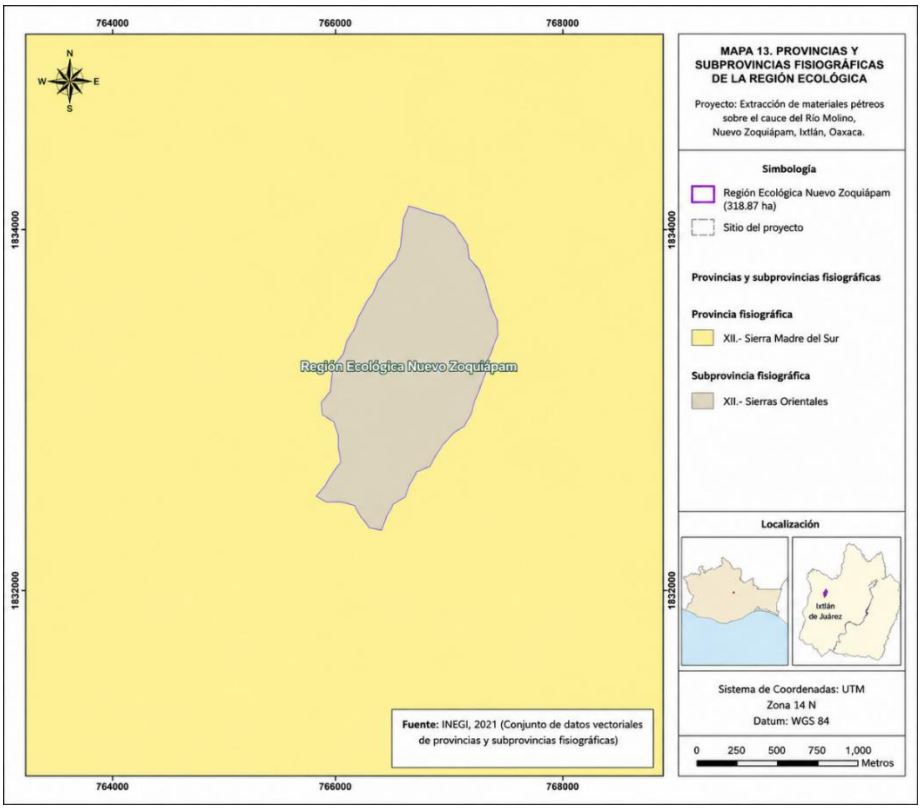


Figura III.6. Provincia y subprovincia fisiográficas a la que pertenece la Región Ecológica

Tabla III.25. Provincia y Subprovincia fisiográfica presentes en la Región Ecológica.

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica
Sierra Madre del Sur	Sierras Orientales

Fuente: Elaboración propia con base en la Carta Fisiográfica del INEGI.

Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur

La Sierra Madre del Sur constituye una de las provincias fisiográficas de mayor complejidad estructural y geológica del territorio nacional. Se extiende aproximadamente desde el

occidente del estado de Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca, siguiendo una orientación general noroeste-sureste y desarrollándose paralelamente al litoral del océano Pacífico. Su origen está estrechamente relacionado con la evolución tectónica del margen sur de México, particularmente con la interacción entre la Placa de Cocos y la Placa Norteamericana, proceso que ha dado lugar a una intensa actividad tectónica, deformación cortical, levantamiento orogénico y una elevada sismicidad regional.

Esta provincia se caracteriza por presentar un relieve predominantemente montañoso, conformado por sierras de gran altitud, laderas de fuertes pendientes, cañadas profundas, barrancas y valles intermontanos de dimensiones reducidas. Las diferencias altitudinales generan importantes gradientes climáticos que favorecen una elevada diversidad de ecosistemas, desde bosques templados de coníferas y encinos hasta bosques mesófilos de montaña y selvas subcaducifolias en las zonas de menor elevación, desde el punto de vista geológico, la Sierra Madre del Sur presenta una notable diversidad litológica integrada por rocas ígneas intrusivas, rocas metamórficas de alto grado, secuencias sedimentarias mesozoicas y depósitos cuaternarios asociados a los principales sistemas fluviales.

Los procesos geomorfológicos dominantes corresponden a la erosión hídrica, la remoción en masa, la meteorización física y química de las rocas, así como al transporte fluvial de sedimentos, procesos que participan de manera permanente en la renovación del material pétreo presente en los cauces de los ríos de la región.

Subprovincia Fisiográfica Sierras Orientales

La Región Ecológica delimitada para el presente proyecto se localiza dentro de la Subprovincia Fisiográfica Sierras Orientales, una unidad montañosa que ocupa una amplia porción del norte y noreste del estado de Oaxaca y que forma parte del sistema montañoso de la Sierra Madre del Sur, esta subprovincia se caracteriza por presentar un relieve altamente accidentado, integrado por sierras medias y altas, crestas montañosas, laderas con pendientes pronunciadas, cañadas profundas y estrechos valles fluviales que han sido modelados durante millones de años por procesos tectónicos y de erosión diferencial, la altitud varía considerablemente, generando importantes gradientes ambientales que condicionan la distribución de la vegetación, el régimen climático y el comportamiento hidrológico regional, uno de los rasgos geomorfológicos más sobresalientes de esta subprovincia es la elevada densidad de drenaje superficial, donde numerosos ríos y arroyos de carácter permanente e intermitente disectan intensamente el relieve, formando cañones estrechos, terrazas aluviales y depósitos sedimentarios recientes, estos procesos favorecen el transporte continuo de materiales provenientes de las laderas, los cuales son depositados temporalmente en los cauces durante las diferentes etapas del ciclo hidrológico.

III.3.2.2 Geomorfología de la Región Ecológica

La Región Ecológica se localiza dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, específicamente en la subprovincia Sierras Orientales, donde predomina el sistema de topoformas denominado Sierra alta compleja, caracterizado por un relieve montañoso de fuerte disección, elevadas diferencias altitudinales y pendientes que, en numerosos sectores, superan el 30 %, en el municipio de Nuevo Zoquiápam la altitud varía aproximadamente entre 1,600 y 3,300 m s.n.m., condición que favorece una marcada heterogeneidad topográfica y una elevada energía del relieve.

La morfología regional es el resultado de la interacción entre la estructura geológica, los procesos tectónicos que dieron origen a la Sierra Madre del Sur y la acción continua de los agentes exógenos, el relieve está conformado por crestas montañosas, laderas de inclinación moderada a fuerte, cañadas estrechas, valles fluviales encajonados y pequeñas planicies aluviales asociadas a la red hidrográfica. Estas unidades geomorfológicas controlan la distribución de los escurrimientos superficiales, la estabilidad de las laderas, el desarrollo de los suelos y la distribución de la cobertura vegetal.

En las partes altas predominan los procesos erosivos que favorecen la generación de sedimentos, los cuales son transportados por la red de drenaje hacia los sectores de menor pendiente, donde se depositan temporalmente formando barras, bancos y terrazas aluviales. Estos procesos se intensifican durante la temporada de lluvias, cuando el incremento de los caudales favorece la movilización de materiales y la renovación natural de los depósitos sedimentarios presentes en los cauces.

III.3.2.3. Geología

La geología constituye uno de los componentes fundamentales para comprender el funcionamiento del medio físico, ya que permite interpretar el origen, evolución y distribución espacial de las unidades litológicas que conforman el territorio, asimismo, proporciona las bases para explicar los procesos de meteorización, erosión, transporte y depósito de sedimentos, los cuales intervienen directamente en la formación de los materiales pétreos presentes en los cauces fluviales.

El estado de Oaxaca posee una de las configuraciones geológicas más complejas de México como resultado de una prolongada evolución tectónica desarrollada desde el Precámbrico hasta el Cuaternario, esta complejidad deriva de múltiples episodios de deformación cortical, metamorfismo, magmatismo, sedimentación y tectónica de placas, asociados principalmente con la interacción entre las placas Norteamericana, de Cocos y del Caribe, como consecuencia de estos procesos se originó una gran diversidad de unidades geológicas que incluyen complejos metamórficos, secuencias sedimentarias marinas y continentales, cuerpos ígneos intrusivos y extrusivos, así como depósitos cuaternarios recientes asociados a los principales sistemas fluviales.

En la Sierra Norte de Oaxaca predominan unidades geológicas de origen sedimentario y metamórfico que han sido sometidas a intensos procesos tectónicos durante la evolución del terreno Oaxaca y de los cinturones orogénicos mesozoicos, la combinación de levantamiento tectónico, meteorización y erosión diferencial ha favorecido la generación de abundantes materiales detríticos que son transportados por los sistemas de drenaje y depositados en los cauces de los ríos, constituyendo depósitos aluviales de importancia regional.

El análisis espacial permitió identificar la presencia de una sola unidad geológica dentro de la Región Ecológica, correspondiente a la Formación Jaltepetongo, cuya distribución abarca la totalidad del área de estudio (Figura III.7) (Tabla III.26).

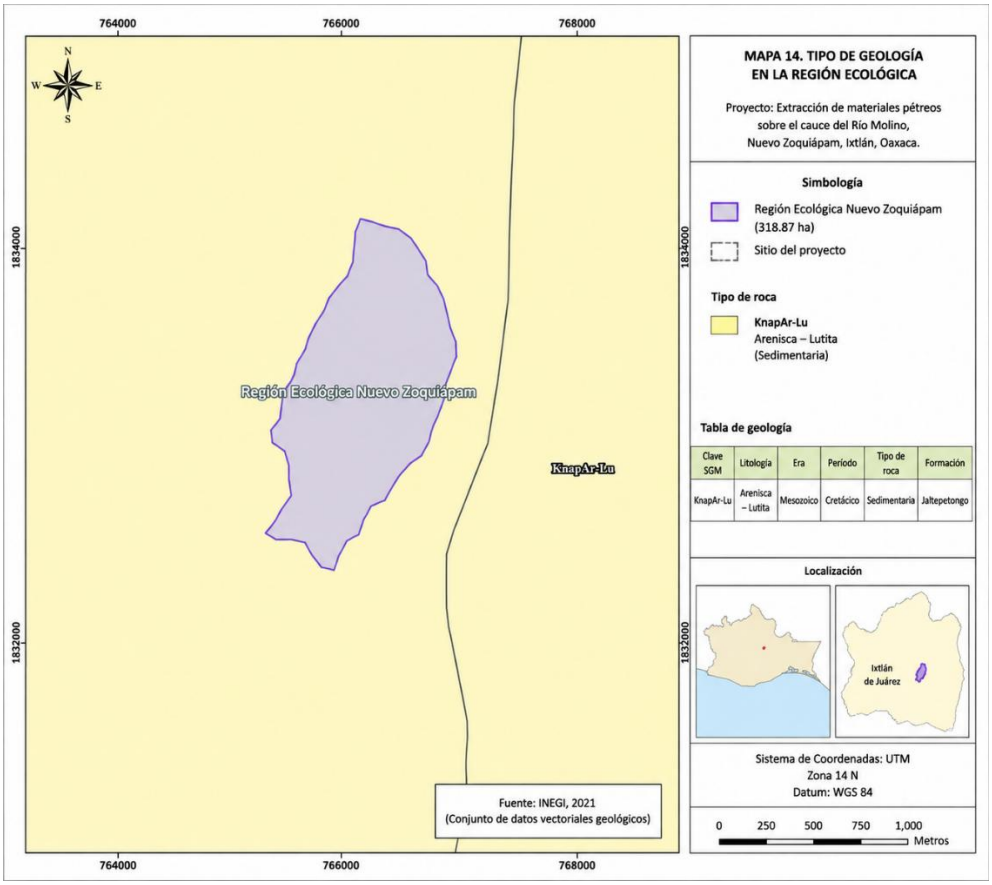


Figura III.7. Geología presente en la Región Ecológica

Tabla III.26. Unidad geológica presente en la Región Ecológica.

Clave SGM	Litología	Era	Período	Tipo de roca	Formación
KnapAr-Lu	Arenisca – Lutita	Mesozoico	Cretácico	Sedimentaria	Jaltepetongo

Fuente: Elaboración propia con base en la Carta Geológica-Minera E14-09 del Servicio Geológico Mexicano.

Jaltepetongo (KnapAr-Lu)

La Formación Jaltepetongo corresponde a una secuencia sedimentaria de edad Cretácico Inferior, integrada predominantemente por areniscas y lutitas, depositadas en antiguos ambientes marinos durante el Mesozoico, estas rocas representan materiales clásticos originados por la acumulación y compactación de sedimentos transportados desde áreas continentales hacia cuencas sedimentarias, donde posteriormente fueron litificados como consecuencia de procesos de diagénesis.

Las areniscas constituyen rocas sedimentarias detríticas formadas principalmente por granos de cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca de tamaño arena, unidos por cementantes naturales de composición silícea, calcárea o ferruginosa, debido a su composición mineralógica presentan una resistencia variable frente a los procesos de meteorización física y química, generando importantes volúmenes de fragmentos rocosos que posteriormente son incorporados a la dinámica fluvial.

Las lutitas, por su parte, corresponden a rocas sedimentarias de grano muy fino, constituidas principalmente por partículas arcillosas y limosas depositadas en ambientes de baja energía, estas unidades presentan una mayor susceptibilidad a los procesos de alteración física y química, favoreciendo la generación de partículas finas que contribuyen a la formación de sedimentos transportados por las corrientes superficiales (Tabla III.27).

Tabla III.27. Características generales de la Formación Jaltepetongo.

Característica	Descripción
Formación geológica	Jaltepetongo
Clave SGM	KnapAr-Lu
Edad geológica	Cretácico Inferior (Mesozoico)
Litología predominante	Arenisca y lutita
Ambiente de depósito	Marino sedimentario
Tipo de roca	Sedimentaria
Procesos actuales predominantes	Meteorización, erosión hídrica, transporte fluvial y sedimentación
Relación con el proyecto	Constituye la fuente geológica de los sedimentos que originan los depósitos aluviales aprovechados en el cauce del Río Molino.

III.3.3. Edafología

El suelo constituye un componente esencial del medio físico, debido a que funciona como soporte de la vegetación, reservorio de agua y nutrientes, medio de intercambio entre la atmósfera y el subsuelo, así como regulador de los procesos de infiltración, escurrimiento superficial y erosión, su formación responde a la interacción prolongada entre el material parental, el clima, el relieve, los organismos y el tiempo, por lo que sus características permiten interpretar tanto la evolución del paisaje como la susceptibilidad del territorio ante procesos de degradación.

En el estado de Oaxaca, la elevada diversidad geológica, fisiográfica y climática ha favorecido la formación de numerosos grupos de suelo, las sierras y lomeríos ocupan una proporción considerable del territorio estatal y presentan pendientes variables, afloramientos rocosos, procesos intensos de meteorización y una dinámica erosiva asociada a la precipitación estacional, estas condiciones explican la presencia frecuente de suelos jóvenes o de desarrollo moderado, con profundidad limitada, horizontes diferenciados y propiedades contrastantes en función de la litología, la posición topográfica y la cobertura vegetal.

La caracterización edafológica de la Región Ecológica se realizó con base en la información Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), como resultado del análisis se identificó la unidad edafológica LVlen-cr+CMlen-cr/2, integrada por Luvisol endoléptico crómico como suelo dominante y Cambisol endoléptico crómico como suelo secundario, con clase textural media tal como se presenta en la Tabla III.28 y en la Figura III.8.

Tabla III.28. Unidad edafológica identificada en la Región Ecológica

Clave de la unidad	Suelo dominante	Calificador primario	Calificador secundario	Suelo secundario	Calificador primario
LVlen-cr+CMlen-cr/2	**Luvisol**	**Endoléptico**	**Crómico**	**Cambisol**	**Endoléptico**

Fuente: Elaboración propia con base en la cartografía edafológica del INEGI.

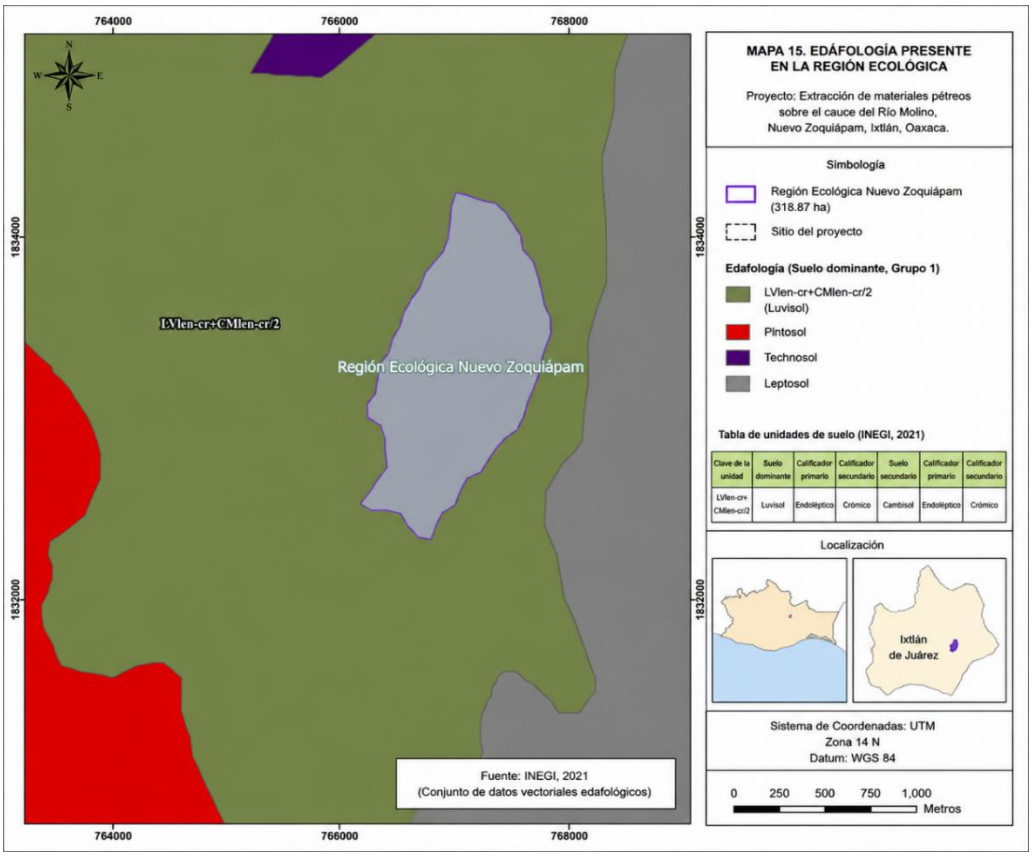


Figura III.8. Geología presente en la Región Ecológica

Luvisol endoléptico crómico

Los Luvisoles son suelos minerales que presentan un horizonte subsuperficial con acumulación de arcilla, resultado de procesos de migración y concentración de partículas finas desde los horizontes superiores, esta característica les confiere una diferenciación vertical más marcada que la observada en suelos jóvenes y permite reconocer un grado de desarrollo edáfico relativamente avanzado.

La presencia del calificador endoléptico indica que el suelo presenta una limitación por material rocoso continuo o semiconsolidado a una profundidad relativamente reducida dentro del perfil, esta condición restringe el espesor efectivo del suelo, limita el desarrollo profundo de las raíces y reduce la capacidad de almacenamiento de agua, especialmente en laderas con pendientes moderadas o pronunciadas.

El calificador **crómico** hace referencia a la presencia de colores rojizos, pardo rojizos o amarillentos intensos, asociados generalmente con la oxidación de compuestos de hierro y con procesos de alteración prolongada, este color es indicativo de condiciones de drenaje relativamente favorables y de una evolución edáfica vinculada con materiales parentales sedimentarios y ambientes de montaña.

Los Luvisoles pueden presentar fertilidad natural de moderada a alta debido a su capacidad de retener bases intercambiables y nutrientes; sin embargo, su comportamiento productivo depende de la profundidad efectiva, la pendiente, la cobertura vegetal y el grado de erosión. En terrenos montañosos, la remoción de la vegetación puede acelerar la pérdida del horizonte superficial y favorecer la formación de surcos, cárcavas y procesos de erosión laminar.

Dentro de la Región Ecológica, este grupo de suelo se relaciona con las laderas y superficies estabilizadas que han permitido una mayor diferenciación del perfil, su presencia es congruente con la litología sedimentaria de areniscas y lutitas de la Formación Jaltepetongo, cuyos materiales de alteración aportan fracciones minerales finas y medianas que favorecen la formación de horizontes arcillosos.

Cambisol endoléptico crómico

Los Cambisoles son suelos de desarrollo incipiente a moderado, caracterizados por presentar alteraciones evidentes respecto del material parental, aunque sin alcanzar el grado de diferenciación de otros grupos más evolucionados, generalmente muestran cambios de color, estructura o consistencia en el horizonte subsuperficial como resultado de la meteorización física y química de la roca.

Al igual que en el Luvisol, el calificador endoléptico indica la existencia de una limitación por roca o material consolidado a profundidad relativamente somera, esta característica condiciona la capacidad de infiltración y almacenamiento hídrico, así como la estabilidad del perfil frente a procesos erosivos en zonas con pendiente.

El calificador crómico señala la presencia de tonalidades rojizas o pardo rojizas relacionadas con la oxidación del hierro, estas coloraciones suelen presentarse en suelos bien aireados y con drenaje suficiente, aunque su desarrollo puede variar localmente dependiendo de la posición topográfica y del espesor del material de alteración.

Los Cambisoles se forman con frecuencia sobre laderas, colinas y superficies montañosas donde los procesos de erosión y renovación del material parental limitan la evolución completa del perfil, su fertilidad es variable y depende principalmente de la composición mineralógica del material de origen, el contenido de materia orgánica, el espesor del horizonte superficial y la intensidad de los procesos de lavado.

Clase textural media

La clase textural media indica un equilibrio relativo entre las fracciones de arena, limo y arcilla, este tipo de textura favorece una infiltración moderada, una capacidad intermedia de retención de humedad y condiciones generalmente adecuadas para el desarrollo de la vegetación.

Relación entre el suelo, la geología y el relieve

La unidad LVlen-cr+CMlen-cr/2 guarda una relación directa con las condiciones geológicas y geomorfológicas de la Región Ecológica, la presencia de areniscas y lutitas de la Formación Jaltepetongo proporciona el material parental a partir del cual se desarrollan los Luvisoles y Cambisoles. Las areniscas generan fragmentos minerales de mayor tamaño y materiales de textura media, mientras que las lutitas aportan partículas finas que favorecen la formación de horizontes arcillosos, la combinación de ambas litologías explica la presencia de suelos con diferenciación moderada, colores crómicos y profundidad limitada por la roca subyacente.

El relieve montañoso condiciona la distribución espacial de estos suelos, en posiciones de ladera y sectores con mayor pendiente predominan perfiles más someros, asociados con Cambisoles endolépticos, mientras que en superficies relativamente estables pueden desarrollarse Luvisoles con mayor diferenciación de horizontes.

III.3.4. Hidrología superficial

El agua constituye uno de los recursos naturales de mayor importancia para el funcionamiento de los ecosistemas y el desarrollo de las actividades humanas, la hidrología estudia la distribución, circulación y comportamiento del agua sobre la superficie terrestre y en el subsuelo, así como los procesos físicos que regulan el ciclo hidrológico, su análisis permite comprender la dinámica de los escurrimientos superficiales, la recarga de acuíferos, el transporte de sedimentos y la interacción existente entre el relieve, el clima, la geología, el suelo y la vegetación.

En el estado de Oaxaca la disponibilidad del recurso hídrico presenta una marcada variabilidad espacial, producto de la compleja configuración fisiográfica y climática de la entidad, las principales sierras, entre ellas la Sierra Norte, Sierra Madre del Sur y Sierra Atravesada, constituyen importantes zonas de captación de agua, donde las elevadas precipitaciones favorecen la generación de escurrimientos superficiales que alimentan algunos de los sistemas hidrológicos más importantes del sureste de México, por el contrario, regiones como la Mixteca y parte de los Valles Centrales presentan menores disponibilidades hídricas debido a la menor precipitación y a las características fisiográficas del territorio.

De acuerdo con la cartografía oficial de Regiones Hidrológicas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la Región Ecológica delimitada para el presente estudio se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 28 Papaloapan (RH-28), específicamente en la Cuenca Río Papaloapan (RH28A) y en la Subcuenca Río Quiotepec (RH28Af) (Figura III.9) (Tabla III.29).

Tabla III.29. Ubicación hidrológica de la Región Ecológica

Nivel hidrológico	Clave	Nombre
Región Hidrológica	RH-28	Papaloapan
Cuenca	RH28A	Río Papaloapan
Subcuenca	RH28Af	Río Quiotepec

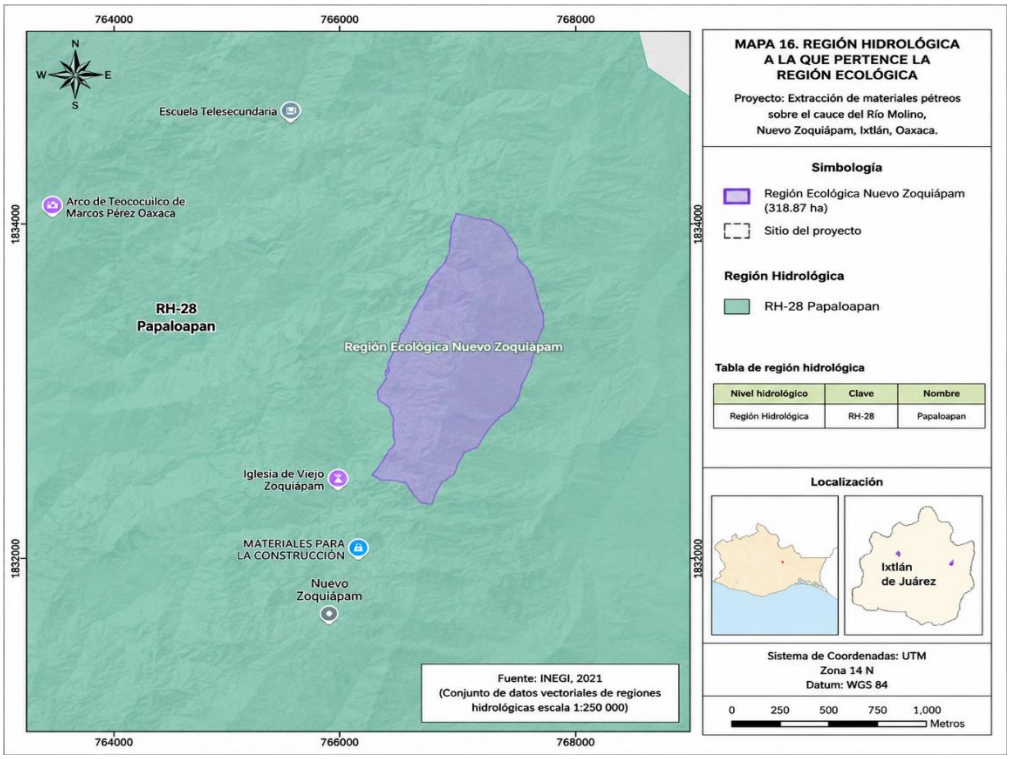


Figura III.9. Región Hidrológica a la que peretenece la Región Ecológica

III.3.4.1. Región Hidrológica Papaloapan (RH-28)

La Región Hidrológica Papaloapan constituye una de las regiones hidrológicas más importantes del territorio nacional debido a la gran disponibilidad de recursos hídricos que concentra y a la amplia superficie que drena hacia el Golfo de México, comprende territorios de los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz, donde las condiciones orográficas de la Sierra Norte favorecen la captación de grandes volúmenes de precipitación y la generación de una extensa red hidrográfica.

Dentro del estado de Oaxaca, esta región abarca gran parte de la Sierra Norte, Sierra Mazateca, Cañada y porciones de la Mixteca, caracterizándose por presentar una elevada densidad de drenaje superficial, abundantes corrientes permanentes e intermitentes y condiciones favorables para la recarga natural de acuíferos, los escurrimientos originados en estas montañas constituyen una fuente fundamental para el abastecimiento de agua de las poblaciones, el mantenimiento de los ecosistemas forestales y el funcionamiento de numerosas actividades productivas.

Las características geomorfológicas de la Región Hidrológica Papaloapan favorecen procesos continuos de erosión, transporte y depósito de sedimentos, particularmente durante la temporada de lluvias, cuando el incremento del caudal de los ríos moviliza materiales provenientes de las laderas y de los cauces tributarios, este comportamiento explica la formación natural de barras aluviales y depósitos sedimentarios en diversos tramos de la red hidrográfica, entre ellos el Río Molino, donde se localiza el presente proyecto.

III.3.4.2. Cuenca Río Papaloapan (RH28A)

La Cuenca Río Papaloapan constituye la unidad hidrológica de mayor jerarquía dentro de la cual se integra la Región Ecológica del proyecto (Figura III.10), se caracteriza por presentar una compleja red de drenaje integrada por numerosos ríos, arroyos permanentes e intermitentes que nacen en las zonas montañosas de Oaxaca y Veracruz, la dinámica fluvial dentro de esta cuenca se encuentra estrechamente relacionada con los procesos naturales de meteorización de las rocas sedimentarias presentes en la región, como resultado de estos procesos, grandes volúmenes de sedimentos son transportados periódicamente por los escurrimientos superficiales y depositados en los cauces principales, donde forman barras de grava, arena y boleos.

III.3.4.3. Subcuenca Río Quiotepec (RH28Af)

La Región Ecológica delimitada para el presente estudio forma parte de la Subcuenca Río Quiotepec (Figura III.10), unidad hidrológica que integra diversos escurrimientos de montaña característicos de la Sierra Norte de Oaxaca, esta subcuenca presenta una red de drenaje de tipo predominantemente dendrítico, desarrollada sobre materiales sedimentarios y controlada por la configuración montañosa del relieve, las pendientes relativamente pronunciadas favorecen una rápida concentración del escurrimiento superficial durante la temporada de lluvias, incrementando temporalmente los caudales y la capacidad de transporte de sedimentos.

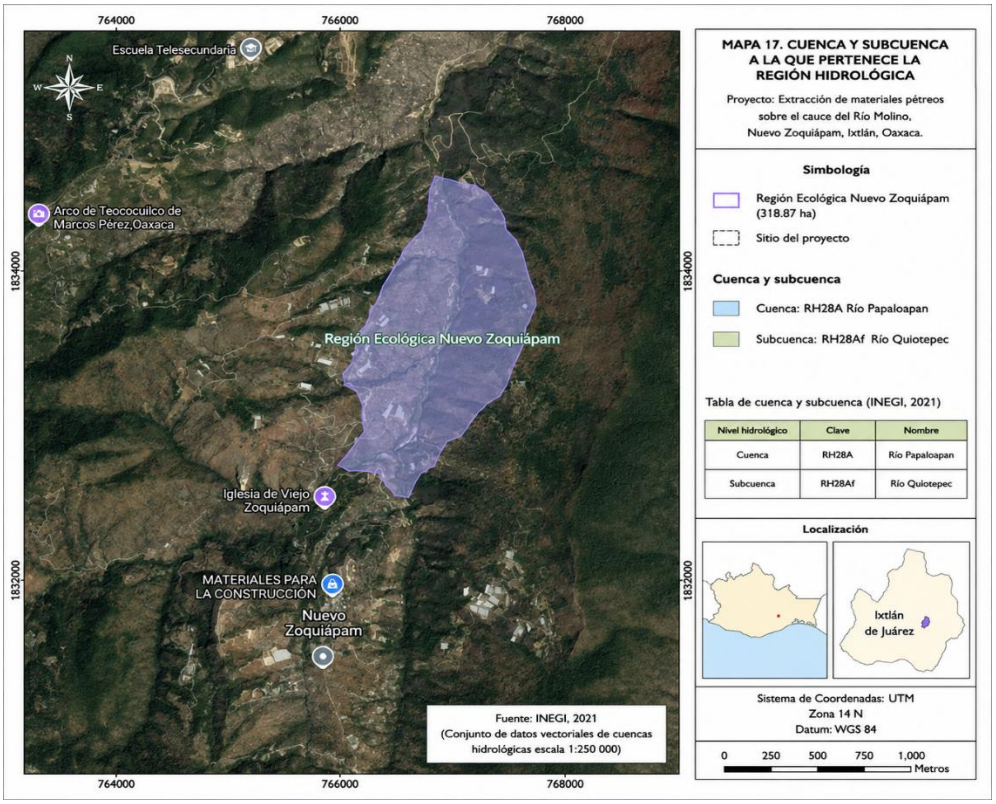


Figura III.10. Cuenca y subcuenca a la que pertenece la Región Hidrológica

III.3.5. Hidrología subterránea

La hidrología subterránea analiza la ocurrencia, almacenamiento, circulación y descarga del agua contenida en los poros, fracturas y discontinuidades de los materiales geológicos. Su comportamiento depende de la litología, el grado de consolidación, la presencia de fracturas, la permeabilidad, el relieve, la cobertura vegetal, la precipitación y la relación hidráulica entre los cauces superficiales y el subsuelo.

Para la Región Ecológica delimitada, la información oficial define que se encuentra dentro del acuífero Cuicatlán, clave 2012, perteneciente a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro, el estudio técnico publicado por la Comisión Nacional del Agua incluye expresamente al municipio de Nuevo Zoquiápam entre los municipios comprendidos parcialmente dentro de este acuífero. (Tabla III.30)

Tabla III.30. Unidad hidrogeológica administrativa correspondiente a la Región Ecológica

Concepto	Identificación
Acuífero	Cuicatlán
Clave	2012
Estado	Oaxaca
Región Hidrológico-Administrativa	Golfo Centro
Superficie total del acuífero	7,451.25 km²

Fuente: Comisión Nacional del Agua y Diario Oficial de la Federación.

Acuífero Cuicatlán

El acuífero Cuicatlán se desarrolla dentro de un territorio de relieve accidentado perteneciente a la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur, e incluye sectores de las subprovincias Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras Orientales y Sierras y Valles de Oaxaca, su configuración está dominada por laderas montañosas, crestas, barrancas, valles estrechos y cauces fluviales encajonados, condiciones que influyen directamente sobre la infiltración, la circulación subterránea y la descarga natural del agua.

En las zonas montañosas, la mayor parte de las rocas consolidadas presenta una permeabilidad primaria limitada, debido a que el agua no circula con facilidad a través de la matriz rocosa, sin embargo, la presencia de fracturas, planos de estratificación, contactos litológicos y zonas de intemperismo puede generar permeabilidad secundaria y permitir la infiltración y circulación local del agua subterránea.

Material consolidado con posibilidades bajas

La unidad hidrogeológica predominante es del tipo de material consolidado con posibilidades bajas de contener agua subterránea económicamente aprovechable, las lutitas presentan una permeabilidad primaria generalmente baja debido al reducido tamaño de sus poros y a la escasa conectividad entre ellos, las areniscas pueden mostrar una permeabilidad mayor; sin embargo, ésta depende del grado de cementación, compactación, fracturamiento y alteración. Cuando se encuentran fuertemente consolidadas, su capacidad de transmitir agua puede ser limitada, en esta unidad, la circulación subterránea ocurre principalmente a través de fracturas, contactos entre estratos y zonas meteorizadas, por ello, la presencia de agua puede

ser discontinua y estar asociada a condiciones estructurales locales, más que a un acuífero homogéneo de gran espesor.

Material no consolidado con posibilidades de almacenamiento local

En el cauce del Río Molino se presentan depósitos aluviales recientes formados por gravas, arenas, boleos, limos y fragmentos rocosos transportados por la corriente, estos materiales no consolidados poseen mayor porosidad y permeabilidad que las rocas sedimentarias de las laderas, particularmente cuando predominan las fracciones gruesas y existe un bajo contenido de arcillas, por sus características físicas, los depósitos aluviales pueden almacenar y transmitir agua de manera temporal, manteniendo una estrecha relación con el flujo superficial del río, durante la temporada de lluvias, parte del agua puede infiltrarse entre los espacios intergranulares del material; posteriormente, puede reincorporarse al cauce como flujo subsuperficial o continuar su desplazamiento a través del relleno aluvial.

Acuífero Cuicatlán, clave 2012

El acuífero Cuicatlán se localiza en la porción noroccidental del estado de Oaxaca y comprende una superficie aproximada de 7,451.25 km². Administrativamente pertenece a la Región Hidrológico-Administrativa Golfo Centro y limita con los acuíferos Valle de Tehuacán, Tuxtepec, Valles Centrales, Nochixtlán, Tamazulapan y Huajuapan de León. Nuevo Zoquiápam.

El funcionamiento hidrogeológico del acuífero está condicionado por la complejidad litológica y estructural de la Sierra Madre del Sur, las zonas de recarga se relacionan principalmente con las partes altas, donde la precipitación se infiltra a través de suelos, fracturas y materiales alterados, el flujo subterráneo se dirige hacia sectores topográficamente más bajos, valles, manantiales y cauces, donde ocurre la descarga natural.

La Comisión Nacional del Agua determinó para este acuífero una recarga media anual de 41.4 millones de metros cúbicos, de los cuales 12.3 millones corresponden a recarga vertical y 29.1 millones a entradas horizontales de flujo subterráneo, las descargas naturales se manifiestan mediante manantiales y evapotranspiración, además de la extracción realizada a través de aprovechamientos subterráneos. (Tabla III.31)

Tabla III.31. Balance de agua subterránea reportado para el acuífero Cuicatlán

Componente	Volumen
Recarga media anual	41.40 Mm³/año
Extracción consignada en estudios técnicos	0.30 Mm³/año
Disponibilidad media anual reportada	15.076485 Mm³/año
Déficit reportado	0.00 Mm³/año

Fuente: Estudio técnico del acuífero Cuicatlán, clave 2012.

Calidad del agua subterránea

El estudio técnico del acuífero Cuicatlán señala que, la conductividad eléctrica registrada presenta una variación amplia, pero predominan valores asociados con agua de mineralización baja a media, para fines agrícolas, el agua fue clasificada en términos generales como de salinidad media y bajo contenido de sodio intercambiable, condición que

permite su utilización en riego sin restricciones severas, dependiendo del cultivo y del suelo, entre los principales riesgos potenciales para la calidad del agua subterránea se encuentran el uso de fertilizantes y agroquímicos, las descargas de aguas residuales sin tratamiento, la falta de protección sanitaria de norias y la disposición inadecuada de residuos.

III.3.6. Paisaje

El paisaje constituye la expresión perceptible de las relaciones existentes entre los componentes físicos, biológicos y antrópicos de un territorio, su configuración resulta de la interacción entre el relieve, la geología, los suelos, el clima, la vegetación, la hidrología, la fauna, los usos del suelo, los asentamientos humanos y las actividades productivas desarrolladas a través del tiempo, por otra parte, la evaluación paisajística permite identificar la forma en que las actividades del proyecto podrían modificar la percepción visual del entorno, reconocer los elementos escénicos de mayor relevancia y determinar la capacidad del territorio para incorporar cambios sin experimentar una pérdida significativa de sus atributos visuales.

Para el presente proyecto, el paisaje fue analizado considerando dos escalas complementarias:

- La primera corresponde a la Región Ecológica, con una superficie de 318.87 ha, dentro de la cual se manifiestan los principales rasgos fisiográficos, hidrológicos, vegetales y antrópicos del entorno.

- La segunda corresponde al sitio específico de aprovechamiento, localizado sobre depósitos aluviales del Río Molino, donde se concentrarán las actividades operativas.

La caracterización se efectuó mediante la integración de la cartografía temática, la interpretación del relieve, los resultados de campo, así como los resultados del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

El análisis se estructuró a partir de tres componentes fundamentales: visibilidad, calidad paisajística y fragilidad visual.

III.3.6.1. Unidad de paisaje

La Región Ecológica puede definirse como una unidad de paisaje de tipo: Valle fluvial montañoso con mosaico de agricultura de temporal, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino.

Esta unidad se caracteriza por la presencia de un cauce fluvial encajonado entre laderas de pendiente variable, el Río Molino constituye un elemento organizador del paisaje, de acuerdo con el SIGEIA, la Región Ecológica se encuentra constituido casi en proporciones equivalentes por:

- Agricultura de temporal anual
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Esta distribución alterna parcelas agrícolas, terrenos en descanso, superficies herbáceas, vegetación arbustiva, sectores con arbolado secundario y franjas estrechas asociadas con el

cauce, la configuración no corresponde a un paisaje forestal completamente continuo en la región ecológica, pero tampoco a un entorno intensamente urbanizado.

A. Visibilidad

La visibilidad corresponde a la porción del territorio que puede observarse desde un punto determinado y está condicionada por la altitud, pendiente, orientación de las laderas, forma del relieve, altura y densidad de la vegetación, distancia entre el observador y el objeto, así como por la presencia de obstáculos naturales o construidos. (Tabla III.32)

Tabla III.32. Visibilidad del paisaje en el proyecto

Aspecto	Condición identificada
Relieve	Valle fluvial rodeado por laderas
Posición del proyecto	Parte baja del valle, dentro del cauce
Cobertura vegetal	Arbustiva y arbórea en laderas y márgenes
Apertura del cauce	Superficies abiertas con grava y arena
Accesos	Caminos rurales existentes
Asentamientos	Presencia limitada en el entorno inmediato
Infraestructura proyectada	No se contemplan instalaciones permanentes

La visibilidad del proyecto puede considerarse media a corta distancia y baja a escala regional, la maquinaria y los camiones serán perceptibles desde los caminos próximos, desde algunos puntos elevados de las laderas y desde los accesos al cauce; sin embargo, la configuración encajada del valle y la cobertura vegetal restringen la observación desde amplias extensiones.

El sitio no conforma una cuenca visual extensa y completamente abierta, las laderas funcionan como límites topográficos de la visual, mientras que la vegetación interrumpe parcialmente las líneas de observación, por ello, la incidencia visual será principalmente local.

La visibilidad aumentará temporalmente durante la operación debido a:

- Presencia de maquinaria;
- Circulación de camiones;
- Movimiento de material;
- Cambios en la distribución superficial de gravas y boleos;

No obstante, al no contemplarse edificios, trituradoras, patios industriales, postes, estructuras elevadas o instalaciones permanentes, estos elementos desaparecerán al finalizar las jornadas y los ciclos de aprovechamiento.

B. Calidad paisajística

La calidad paisajística representa el valor visual y escénico de un territorio en función de sus características intrínsecas, su entorno inmediato y su fondo visual, entre los elementos que intervienen se encuentran la morfología, la vegetación, la presencia de agua, la diversidad cromática, la naturalidad, el grado de transformación y la singularidad de los rasgos observados.

La valoración de la calidad paisajística se realizó mediante cinco atributos: morfología, vegetación, hidrología, naturalidad y grado de intervención, en la Tabla III.33, se presenta la evaluación de la fargilidad visual para el sitio de proyecto.

Tabla III.33. Evaluación de la calidad paisajística

Atributo	Condición	Valor
Morfología	Relieve montañoso, laderas definidas y valle fluvial	3
Vegetación	Mosaico de VSa/BQ, agricultura y vegetación de margen	2
Hidrología	Presencia del Río Molino, pozas y escurrimientos	3
Naturalidad	Condición rural con elementos naturales dominantes	2
Grado de urbanización	Infraestructura limitada y dispersa	3
Total	—	13

Rangos de interpretación

Puntaje	Calidad
12–15	Alta
8–11	Media
5–7	Baja

El resultado de **13 puntos** permite clasificar la Región Ecológica con una **calidad visual alta**, esta valoración está determinada principalmente por el relieve montañoso, la presencia del río, la baja densidad de infraestructura y la conservación de elementos vegetales en las laderas y márgenes.
Debe señalarse que la calidad alta no implica ausencia de perturbaciones, el paisaje presenta parcelas agrícolas, caminos, superficies abiertas y vegetación secundaria, por lo que no corresponde a un entorno sin intervenciones atropicas.

Calidad intrínseca del sitio
El sitio específico presenta una calidad visual media-alta, los depósitos de grava, arena y boleos, las pozas y la vegetación marginal forman parte de la dinámica natural del río, no obstante, las superficies previamente transitadas, los accesos, las acumulaciones de material y la vegetación ruderal reducen parcialmente su naturalidad.

Calidad del entorno inmediato
El entorno inmediato conserva laderas cubiertas por vegetación secundaria, terrenos agrícolas y franjas vegetadas de margen, estos componentes generan diversidad de formas, texturas y tonalidades, incrementando el valor visual.

Calidad del fondo escénico
El fondo escénico está constituido por laderas montañosas con vegetación arbustiva y arbórea, su continuidad, pendiente y contraste con el cauce aportan profundidad visual y constituyen uno de los elementos de mayor calidad del paisaje.

La Región Ecológica presenta calidad visual alta, mientras que el sitio específico del proyecto presenta una calidad media-alta, debido a la combinación de elementos fluviales naturales con evidencias localizadas de intervención y tránsito.

C. Fragilidad visual

La fragilidad visual representa la susceptibilidad de un paisaje para experimentar una pérdida de calidad como consecuencia de la incorporación de nuevos elementos o de la modificación de los existentes, depende de la pendiente, exposición, cobertura vegetal, tamaño de la cuenca visual, accesibilidad, frecuencia de observadores y capacidad del entorno para ocultar o integrar cambios, en la Tabla III.34, se presenta la evaluación de la fragilidad visual para el sitio de proyecto.

Tabla III.34. Evaluación de la fragilidad visual

Factor	Condición	Fragilidad
Relieve	Montañoso y con valle encajonado	Baja-media
Tamaño de cuenca visual	Limitado por laderas	Baja-media
Cobertura vegetal	Moderada a alta en márgenes y laderas	Media
Exposición del cauce	Abierto y visible localmente	Media-alta
Accesibilidad	Mediante caminos rurales existentes	Media
Frecuencia de observadores	Baja a moderada	Baja-media
Duración de la modificación	Temporal	Baja
Infraestructura permanente	No contemplada	Baja
Capacidad de recuperación	Media-alta	Baja-media

El paisaje presenta una **fragilidad visual media**, el relieve y la vegetación limitan la exposición del proyecto en la Región Ecológica, pero las superficies abiertas del cauce permiten que la maquinaria y los movimientos de material sean visibles a corta distancia.

Resultado de fragilidad

La fragilidad visual del sitio se considera **media**, debido a que las actividades serán perceptibles localmente, pero la configuración del relieve, la cobertura vegetal y la ausencia de infraestructura permanente favorecen la absorción y recuperación visual del entorno.

III.3.6.2. Capacidad de absorción visual

La capacidad de absorción visual corresponde a la aptitud del paisaje para incorporar modificaciones sin perder significativamente su carácter escénico, en la Región Ecológica esta capacidad puede considerarse media, debido a la combinación de factores favorables y restrictivos.

Entre los factores que incrementan la absorción visual se encuentran:

- ubicación del proyecto en la parte baja del valle;
- presencia de laderas que limitan la cuenca visual;
- cobertura vegetal alrededor del cauce;
- carácter temporal de las actividades;
- ausencia de infraestructura elevada o permanente;
- utilización de accesos existentes.

III.3.6.3. Incidencia visual del proyecto

La principal modificación paisajística se producirá durante la etapa de operación mediante la presencia temporal de maquinaria, vehículos y personal, también se presentarán cambios

localizados en la textura del lecho como consecuencia de la extracción y redistribución del material aluvial, en la Tabla III.35, se presentan las características de la incidencia del proyecto en el sitio de proyecto.

Tabla III.35. Características de la incidencia paisajística

Característica	Valoración
Naturaleza	Adversa durante la operación
Intensidad	Baja a moderada
Extensión	Puntual y local
Duración	Temporal
Reversibilidad	Reversible
Visibilidad	Principalmente a corta distancia
Permanencia de estructuras	Nula
Recuperación	Media-alta
Significancia	Baja con medidas preventivas

El aprovechamiento se realizará conforme a la geometría y profundidad establecidas en el estudio hidráulico, procurando mantener la sección funcional del cauce y evitando la formación de depresiones, bordos, montículos o irregularidades que generen cambios visuales y geomorfológicos permanentes.

III.4. ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES SOCIOECONÓMICOS AL INTERIOR DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

La caracterización del medio socioeconómico permite identificar las condiciones demográficas, culturales, educativas, económicas, sanitarias y habitacionales de la población relacionada con el área donde se pretende desarrollar el proyecto, este análisis resulta indispensable dentro de la evaluación de impacto ambiental, debido a que las comunidades humanas pueden actuar simultáneamente como receptoras de los efectos generados por una obra y como agentes que intervienen en la transformación, manejo y conservación de los recursos naturales.

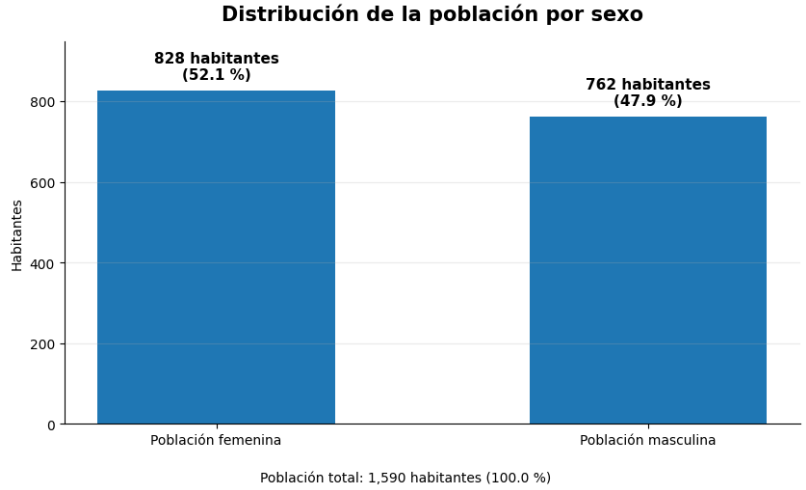
El estudio del componente social también permite reconocer la manera en que la población utiliza el territorio, su relación con el cauce, la agricultura, los recursos forestales, los caminos y los servicios disponibles, para el proyecto de aprovechamiento de materiales pétreos en el Río Molino, este análisis adquiere particular importancia por tratarse de un municipio rural e indígena de la Sierra Norte de Oaxaca, donde las actividades productivas, las formas comunitarias de organización y el manejo de los recursos naturales mantienen una estrecha relación con el entorno.

III.4.1. Demografía

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de Nuevo Zoquiápam registró una población total de 1,590 habitantes, de los cuales 828 eran mujeres, equivalentes al 52.1 %, y 762 eran hombres, que representaban el 47.9 %. Respecto de 2010, la población municipal presentó una disminución aproximada de 3.75 %, lo que indica una dinámica

demográfica de crecimiento negativo o pérdida moderada de población durante el periodo intercensal (Tabla III.36).

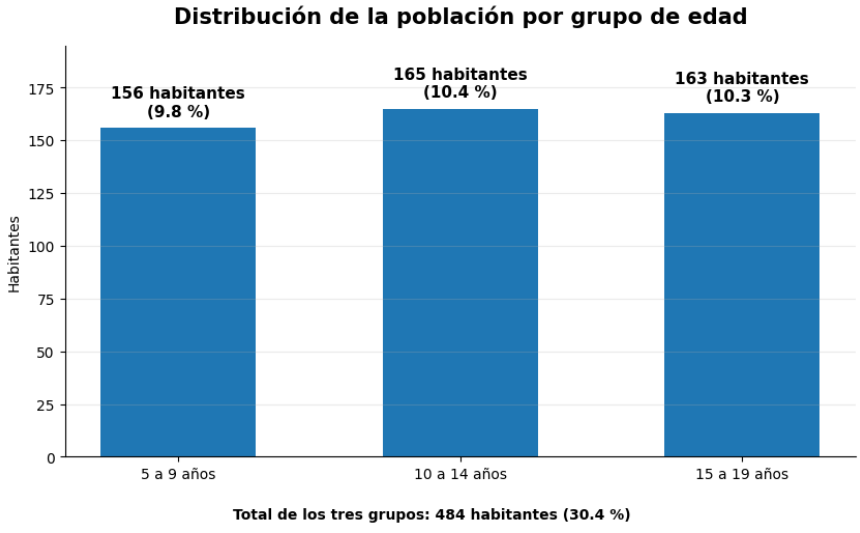
Tabla III.36. Población total de Nuevo Zoquiápam por sexo



Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020

La estructura por edad muestra una presencia importante de población infantil y juvenil, los grupos que concentraron el mayor número de habitantes fueron los de 10 a 14 años, con 165 personas; 15 a 19 años, con 163; y 5 a 9 años, estos tres grupos representaron aproximadamente el 30.4 % de la población municipal, condición que evidencia una demanda significativa de servicios educativos, salud preventiva, espacios comunitarios y oportunidades futuras de empleo (Tabla III.37)

Tabla III.37. Grupos de edad con mayor población



La ligera mayoría femenina se debe por las condiciones sociales y productivas del municipio, particularmente en asociadas a la participación de las mujeres en la organización familiar, las actividades económicas, el cuidado de los hogares y la administración de los recursos comunitarios y la disminución intercensal puede relacionarse con fenómenos como

migración laboral, desplazamiento hacia centros urbanos, reducción de la fecundidad y búsqueda de oportunidades educativas y económicas fuera del municipio.

III.4.2. Distribución territorial y carácter rural

El municipio de Nuevo Zoquiápam presenta características predominantemente rurales, con asentamientos de pequeña escala y una relación estrecha entre las áreas habitadas, las parcelas agrícolas y las superficies forestales, el patrón de ocupación territorial se encuentra condicionado por la topografía montañosa, la disponibilidad de terrenos con pendientes moderadas, la accesibilidad por caminos rurales y la proximidad a fuentes de agua, la concentración relativamente reducida de población contribuye a que las actividades productivas y la infraestructura se distribuyan de forma dispersa, esta condición influye en los tiempos de traslado, el acceso a servicios especializados, el costo de introducción y mantenimiento de infraestructura y la dependencia del transporte colectivo.

III.4.3. Migración

La dinámica demográfica observada entre 2010 y 2020, periodo durante el cual la población municipal disminuyó aproximadamente 3.75 %, permite reconocer la posible influencia de procesos migratorios, sin embargo, la disminución total de habitantes no debe atribuirse exclusivamente a la migración, ya que también intervienen la natalidad, mortalidad y cambios en la estructura de los hogares, en municipios rurales de la Sierra Norte, la migración suele relacionarse con la búsqueda de empleo, educación media superior y superior, atención médica especializada y mejores condiciones de ingreso, los destinos pueden comprender la ciudad de Oaxaca, municipios regionales, otras entidades federativas y, en algunos casos, el extranjero, desde la perspectiva ambiental y socioeconómica, la migración puede producir efectos contrastantes. Por una parte, puede disminuir la presión directa sobre parcelas agrícolas y recursos forestales; por otra, puede reducir la disponibilidad de mano de obra local, modificar la estructura familiar y aumentar la dependencia de ingresos externos.

III.4.4. Población indígena

Nuevo Zoquiápam presenta una composición cultural predominantemente vinculada con el pueblo zapoteco. En 2020, la población de tres años y más que hablaba alguna lengua indígena fue de 617 personas, cifra equivalente aproximadamente al 38.8 % de la población municipal total (Tabla III.38).

Tabla III.38. Población hablante de lengua indígena

Indicador	Población
Población municipal total	1,590
Población de tres años y más hablante de lengua indígena	617
Proporción respecto de la población total	38.8 %

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2020, cuestionario ampliado.

La principal lengua indígena hablada fue el zapoteco, con aproximadamente 613 personas, también se registraron dos hablantes de mixteco y una persona hablante de mixe. Estos resultados muestran una marcada predominancia lingüística zapoteca y confirman la importancia cultural indígena del municipio (Tabla III.39).

Tabla III.39. Principales lenguas indígenas habladas

Lengua	Número de hablantes
Zapoteco	613
Mixteco	2
Mixe	1

III.4.5. Vivienda

En 2020 se registraron aproximadamente 404 viviendas particulares habitadas o hogares de referencia en Nuevo Zoquiápam, en el 24.5 % de ellas la persona de referencia era mujer y en el 75.5 % era hombre (Tabla III.40).

Tabla III.40. Viviendas según sexo de la persona de referencia

Condición	Porcentaje	Estimación aproximada
Viviendas con persona de referencia mujer	24.5 %	99
Viviendas con persona de referencia hombre	75.5 %	305
Total registrado	100.0 %	404

En cuanto al espacio disponible, el 28.8 % de las viviendas particulares habitadas contaba con tres cuartos y el 28.1 % con cuatro cuartos, respecto de los dormitorios, el 39.6 % disponía de dos dormitorios y el 27.1 % de un dormitorio (Tabla III.41).

Tabla III.41. Características generales del espacio habitacional

Indicador	Porcentaje
Viviendas con tres cuartos	28.8 %
Viviendas con cuatro cuartos	28.1 %
Viviendas con dos dormitorios	39.6 %
Viviendas con un dormitorio	27.1 %

En materia de tecnologías de información y comunicación, el 21.8 % de las viviendas tenía acceso a internet, el 11.5 % disponía de computadora y el 67.2 % contaba con teléfono celular, estos resultados evidencian una brecha importante en conectividad digital, especialmente en lo relativo al acceso a internet y equipo de cómputo (Tabla III.42).

Tabla III.42. Disponibilidad de tecnologías en las viviendas

Servicio o equipo	Viviendas que disponen
Acceso a internet	21.8 %
Computadora	11.5 %
Teléfono celular	67.2 %

La baja conectividad digital puede limitar el acceso a educación en línea, información gubernamental, oportunidades laborales, servicios bancarios y trámites administrativos, para efectos del proyecto, esto indica que la difusión de información no deberá depender únicamente de medios electrónicos; será necesario utilizar avisos físicos, reuniones, asambleas y comunicación directa con las autoridades y habitantes.

III.4.6. Condiciones económicas

La economía municipal se encuentra vinculada principalmente con actividades rurales, agricultura de temporal, aprovechamiento y manejo forestal, servicios locales, comercio de pequeña escala, transporte y empleo fuera del municipio, la presencia de agricultura de temporal en aproximadamente la mitad de la Región Ecológica confirma la importancia territorial de esta actividad, no obstante, la superficie cartográficamente clasificada como agrícola incluye parcelas activas, terrenos en descanso y zonas en sucesión, por lo que no toda el área representa producción anual continua.

En el año 2020, aproximadamente el 62.4 % de la población se encontraba en pobreza moderada y el 19.4 % en pobreza extrema, en conjunto, alrededor del 81.8 % se encontraba en alguna situación de pobreza, la población vulnerable por carencias sociales representaba el 17.1 %, mientras que la vulnerable por ingresos alcanzaba aproximadamente el 0.63 % (Tabla III.43).

Tabla III.43. Condición de pobreza en Nuevo Zoquiápam

Condición	Porcentaje
Pobreza moderada	62.4 %
Pobreza extrema	19.4 %
Pobreza total	81.8 %
Vulnerable por carencias sociales	17.1 %
Vulnerable por ingresos	0.63 %

Las principales carencias sociales identificadas fueron:

- Acceso a la seguridad social;
- Disponibilidad de servicios básicos en la vivienda;
- Calidad y espacios de la vivienda.

El coeficiente de Gini municipal fue de aproximadamente 0.29 en 2020, al tratarse de una escala donde los valores cercanos a cero representan una distribución más igualitaria, el indicador muestra una desigualdad monetaria relativamente baja; sin embargo, no significa ausencia de pobreza, ya que puede existir una distribución relativamente uniforme de ingresos bajos.

III.4.7. Educación

En 2020, los principales niveles educativos aprobados por la población de 15 años y más fueron primaria, con 530 personas, equivalentes al 48.3 %; secundaria, con 352 personas, que representaron el 32.1 %; y preparatoria o bachillerato general, con 164 personas, equivalentes al 14.9 % (Tabla III.44).

Tabla III.44. Principales niveles de escolaridad

Nivel educativo	Personas	Porcentaje
Primaria	530	48.3 %
Secundaria	352	32.1 %
Preparatoria o bachillerato	164	14.9 %

La distribución muestra que la educación básica concentra a la mayor parte de la población adulta, mientras que la participación de los niveles medio superior y superior es considerablemente menor, esta situación puede estar relacionada con la disponibilidad local de planteles, los costos de traslado, la necesidad de incorporarse tempranamente a actividades productivas y la migración educativa, la tasa municipal de analfabetismo fue de aproximadamente 5.54 %, del total de población analfabeta, el 69.4 % correspondía a mujeres y el 30.6 % a hombres, lo que evidencia una brecha de género que probablemente refleja desigualdades históricas en el acceso a la educación (Tabla III.45).

Tabla III.45. Analfabetismo

Indicador	Valor
Tasa de analfabetismo	5.54 %
Participación femenina dentro de la población analfabeta	69.4 %
Participación masculina dentro de la población analfabeta	30.6 %

III.4.8. Servicios de salud

El municipio de Nuevo Zoquiápam depende principalmente de los servicios públicos de salud, en el año de 2020, la opción de atención más utilizada fue el centro de salud u hospital de la Secretaría de Salud, con aproximadamente 1,440 personas usuarias. En segundo lugar se encontraron los consultorios de farmacia, con 59 personas, y otros lugares de atención, con alrededor de 15 (Tabla III.46).

Tabla III.46. Principales lugares de atención a la salud

Lugar de atención	Población usuaria
Centro de salud u hospital de la Secretaría de Salud	1,440
Consultorio de farmacia	59
Otro lugar	15

La elevada dependencia de los servicios públicos obliga a prevenir accidentes laborales y afectaciones comunitarias que pudieran incrementar la presión sobre la infraestructura sanitaria local.

III.4.9. Relación entre el proyecto y el medio socioeconómico

El proyecto puede generar efectos positivos relevantes sobre el medio social y económico, particularmente por su capacidad para favorecer la generación de empleo, la contratación de servicios y la circulación de recursos económicos en el ámbito local, durante el desarrollo de las actividades se requerirá la participación de operadores de maquinaria, conductores de vehículos de carga, ayudantes y personal de apoyo, lo que representa una fuente temporal de empleo e ingresos para trabajadores de la localidad y comunidades cercanas, a ello se suma la posible contratación de servicios complementarios, tales como transporte, mantenimiento, suministro de alimentos, adquisición de insumos y otros requerimientos asociados a la operación, favoreciendo que una parte de los recursos económicos generados permanezca y circule dentro de la economía local, asimismo, la disponibilidad de materiales pétreos provenientes de un aprovechamiento regulado puede contribuir al abastecimiento de insumos

necesarios para obras de construcción, mantenimiento y mejoramiento de infraestructura, particularmente aquellas que demandan agregados pétreos para caminos, vivienda y otras obras de carácter comunitario, la disponibilidad de estos materiales en un ámbito relativamente cercano a los sitios de consumo puede representar ventajas logísticas y económicas al reducir las distancias de traslado y facilitar el suministro oportuno de materiales.

El aprovechamiento también puede generar una cadena de beneficios indirectos, debido a que la actividad no se limita exclusivamente a la extracción del material, sino que demanda transporte, combustibles, mantenimiento de vehículos y maquinaria, alimentación y otros bienes y servicios, esta interacción puede favorecer temporalmente a distintos prestadores de servicios y establecimientos comerciales, generando un efecto multiplicador de pequeña escala sobre la economía de la zona.

III.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

a) Integración e interpretación del inventario ambiental

El diagnóstico ambiental tiene como finalidad integrar e interpretar la información obtenida durante la caracterización de los componentes físicos, biológicos, paisajísticos y socioeconómicos de la Región Ecológica delimitada para el proyecto de aprovechamiento de materiales pétreos en el Río Molino, mediante este análisis se identifican las condiciones actuales del territorio, los procesos de conservación y deterioro existentes, la influencia histórica de las actividades humanas y la capacidad para absorber modificaciones adicionales sin perder de manera significativa su funcionalidad.

Para efectos del presente diagnostico se consideró los componentes agua, suelo, aire, vegetación, fauna, paisaje y medio socioeconómico, aplicando una valoración cualitativa para expresar su estado previo al desarrollo del proyecto, este planteamiento fue retomado y ajustado a las características ambientales del proyecto, incorporando además las geoformas, el hábitat y el grado de penetración antrópica.

El sitio específico del proyecto presenta condiciones diferentes de las observadas en el conjunto regional, las actividades se concentrarán principalmente sobre depósitos aluviales de grava, arena, cantos y boleos, donde la vegetación es discontinua y está integrada predominantemente por herbáceas pioneras, gramíneas, especies ruderales y algunos individuos juveniles.

III.5.1. Metodología de valoración

Se aplicó una valoración cualitativa semicuantitativa basada en el estado observable de cada componente ambiental. A cada factor se le asignó una calificación entre 1 y 5:

Calificación	Condición ambiental
5	Condición óptima o prácticamente sin alteración
4	Condición buena, con alteración escasa
3	Condición media, con modificación moderada
2	Condición baja, con deterioro evidente
1	Condición muy baja o severamente alterada

La asignación de valores consideró la naturalidad, integridad, estabilidad, grado de transformación, sensibilidad, capacidad de regeneración y evidencia de presiones humanas, la valoración corresponde a las condiciones previas a la ejecución del proyecto, para interpretar el resultado integrado se utilizó la siguiente escala, considerando diez factores y una calificación máxima de 50 unidades (Tabla III.47).

Tabla III.47. Escala de interpretación del diagnóstico ambiental

Puntaje total	Calidad ambiental
42–50	Óptima
34–41	Buena
26–33	Media
18–25	Baja
10–17	Muy baja

III.5.2. Valoración integrada de la Región Ecológica

Con un resultado de 33 unidades, la Región Ecológica presenta una calidad ambiental media, situada en el límite superior de esta categoría, la valoración refleja un ecosistema que conserva procesos ecológicos, pero que ha sido transformado históricamente por la agricultura de temporal, los caminos, el uso comunitario del territorio y otras actividades rurales, las parcelas agrícolas, los caminos y las superficies abiertas del cauce presentan mayor modificación y menor complejidad estructural (Tabla III.48).

Tabla III.48. Diagnóstico ambiental de la Región Ecológica de Nuevo Zoquiápam

Factor ambiental, social o antrópico	Condición identificada	Calificación
Geoformas y relieve	Valle fluvial montañoso con configuración natural predominante y modificaciones localizadas en accesos y depósitos	4
Suelo	Suelos de ladera susceptibles a erosión; superficies agrícolas y sectores con cobertura protectora	3
Agua superficial	Corriente funcional	3
Calidad del aire	Ambiente rural sin fuentes industriales relevantes; emisiones temporales por caminos y tránsito local	4
Vegetación	Mosaico de agricultura de temporal y VSa/BQ, con regeneración secundaria	3
Fauna	Hábitat potencial medio, con mayor aptitud en vegetación secundaria, márgenes y zonas húmedas	3
Calidad del hábitat	Heterogeneidad ambiental y conectividad funcional, aunque con transformación agrícola histórica	3
Paisaje	Relieve montañoso, cauce y vegetación dominante; baja urbanización y calidad visual alta	4
Penetración antrópica	Agricultura, caminos rurales, tránsito y alteraciones puntuales, sin urbanización intensa	3
Medio socioeconómico	Comunidad rural e indígena con organización territorial, pero con pobreza y carencias sociales relevantes	3
Resultado total	—	33

III.5.3. Diagnóstico por componente ambiental

a) Geoformas y relieve

La Región Ecológica se localiza en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y en la subprovincia Sierras Orientales, el relieve presenta una configuración montañosa, con laderas de pendiente variable, pequeños valles, cañadas y un corredor fluvial que ocupa la parte topográficamente baja, el Río Molino constituye un elemento geomorfológico local, su cauce presenta depósitos de grava, arena, cantos rodados y boleos, originados por procesos naturales de erosión, transporte y sedimentación, la morfología regional conserva predominantemente su configuración natural, las modificaciones se concentran en accesos rurales, huellas vehiculares, parcelas agrícolas y acumulaciones puntuales de material.

b) Geología

La Región Ecológica presenta la unidad litológica identificada mediante la clave KnapAr-Lu, correspondiente a arenisca-lutita de la Formación Jaltepetongo, de edad mesozoica y perteneciente al Cretácico, las areniscas y lutitas constituyen materiales sedimentarios cuya respuesta ante el intemperismo es diferencial. Las lutitas pueden desintegrarse con relativa facilidad cuando quedan expuestas, mientras que las areniscas muestran resistencia variable en función de su cementación y fracturamiento. Esta combinación favorece la generación de fragmentos y sedimentos que pueden incorporarse a los escurrimientos y ser transportados hacia el cauce, la geología influye directamente en la configuración de las laderas, la formación y profundidad de los suelos, la disponibilidad de materiales pétreos, los procesos de infiltración, la estabilidad de los taludes y la composición mineralógica de los sedimentos presentes en el área, el proyecto se concentrará en materiales aluviales depositados dentro del cauce, por ello, la afectación geológica será superficial y localizada.

c) Suelo

Los suelos de la Región Ecológica corresponden a la unidad **LVlen-cr+CMlen-cr/2**, integrada por Luvisol Endoléptico Crómico como suelo dominante y Cambisol Endoléptico Crómico como suelo secundario, con clase textural media, el calificador endoléptico indica la presencia de una limitación rocosa a profundidad relativamente somera, condición que puede restringir el desarrollo radical y el almacenamiento de agua, el carácter crómico se relaciona con tonalidades rojizas o pardas intensas vinculadas con procesos de oxidación y acumulación de hierro, los Luvisoles presentan diferenciación de horizontes y acumulación de arcilla en el subsuelo. Pueden sostener vegetación forestal y actividades agrícolas, pero resultan susceptibles a erosión cuando se elimina la cobertura y se localizan sobre pendientes, los Cambisoles presentan un grado intermedio de desarrollo y responden de forma variable según la profundidad, textura y manejo.

La condición del suelo se considera media, con una calificación de 3, debido a la combinación de diversos factores presentes en el área, entre los que destacan la agricultura de temporal desarrollada sobre una parte significativa del territorio, las pendientes que favorecen los procesos de erosión y la presencia de caminos rurales y superficies abiertas. No obstante, amplios sectores mantienen vegetación secundaria que contribuye a la protección del suelo, particularmente en las áreas con Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino (VSa/BQ), donde los procesos de regeneración natural y la acumulación de hojarasca

favorecen la conservación de la cobertura y reducen la exposición directa del suelo a los agentes erosivos.

d) Agua superficial

La Región Ecológica se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-28 Papaloapan, Cuenca RH28A Río Papaloapan y Subcuenca RH28Af Río Quiotepec, el Río Molino constituye la corriente superficial relacionada con el proyecto, el funcionamiento del río depende principalmente de la precipitación y de los aportes procedentes de las laderas y tributarios, durante las lluvias aumenta la capacidad de erosión y transporte; en estiaje quedan expuestas superficies de grava, arena y boleos, la condición del componente hídrico se considera media, con calificación de 3.

e) Hidrología subterránea

La Región Ecológica se encuentra dentro del acuífero Cuicatlán, clave 2012, integrada principalmente por areniscas y lutitas consolidadas, presenta condiciones generalmente limitadas para el almacenamiento primario de agua, los depósitos aluviales del cauce poseen mayor porosidad y permeabilidad que las rocas consolidadas, el proyecto no contempla la perforación de pozos ni la extracción o bombeo de agua subterránea, por lo que no se prevé el abatimiento del nivel freático; asimismo, no se considera la construcción de infraestructura destinada a la captación o aprovechamiento de aguas subterráneas.

f) Calidad del aire

La Región Ecológica presenta un ambiente predominantemente rural, corredores carreteros de alta capacidad de emisión dentro del entorno inmediato, las principales emisiones existentes en el área se relacionan con el tránsito de vehículos por caminos rurales, el desarrollo de actividades agrícolas y la combustión doméstica, así como con la ocurrencia eventual de incendios o quemas y la resuspensión de partículas de polvo durante la temporada seca, la calidad ambiental del aire se considera buena, con una calificación de 4, durante la operación, las fuentes temporales serán los motores de combustión, la circulación de camiones, la carga de materiales y la resuspensión de polvo. Estos efectos podrán controlarse mediante mantenimiento, velocidad reducida, cobertura de cargas y operación exclusiva en horario diurno.

g) Vegetación

La Región Ecológica presenta un mosaico prácticamente equilibrado entre áreas agrícolas y vegetación secundaria, la unidad VSa/BQ constituye el principal componente natural terrestre y muestra diferentes etapas sucesionales, desde coberturas arbustivas con rebrotes hasta sectores con árboles de talla media, sotobosque, trepadoras y hojarasca, por otra parte, la agricultura de temporal presenta parcelas activas, terrenos en descanso y superficies con vegetación espontánea, la vegetación recibió una calificación de **3**, correspondiente a una condición media, la valoración considera simultáneamente la transformación agrícola histórica, la naturaleza secundaria del encinar, la regeneración activa y la permanencia de coberturas con valor ecológico.

h) Fauna

La heterogeneidad del paisaje permite la presencia potencial de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, la vegetación secundaria de encino y las márgenes presentan mayor aptitud como

refugio, mientras que las parcelas agrícolas y el cauce abierto son utilizados principalmente para alimentación, tránsito o descanso temporal, la bibliografía reporta una fauna regional diversa y especies sujetas a categorías de riesgo; sin embargo, esos registros corresponden al territorio comunal y no se confirma su presencia dentro del polígono, la calidad del componente se valoró como media, con una calificación de 3.

i) Hábitat y conectividad

La Región Ecológica conserva una calidad de hábitat media, con una calificación de 3. El mosaico de agricultura, vegetación secundaria, cauce, pozas y laderas genera diversidad de recursos y microambientes, aunque también evidencia fragmentación histórica.

La vegetación secundaria de encino mantiene conectividad entre diferentes sectores de las laderas. Las márgenes y tributarios funcionan como corredores lineales y las parcelas en descanso pueden operar como espacios de transición.

j) Paisaje

La Región Ecológica corresponde a un paisaje de valle fluvial montañoso con mosaico rural, el relieve, las laderas cubiertas por vegetación y el Río Molino constituyen elementos visuales caracteristicos, el paisaje recibió una calificación de **4**, correspondiente a una condición buena, aunque existen caminos, parcelas agrícolas y superficies previamente intervenidas, la incidencia del proyecto será temporal y local, debido a que no se construirán instalaciones permanentes.

k) Penetración antrópica

La evidencia de intervención humana en el área se considera moderada, y se encuentra asociada principalmente con el desarrollo de actividades de agricultura de temporal, la presencia de caminos rurales y huellas derivadas del tránsito vehicular, así como con la existencia de áreas abiertas, superficies agrícolas en descanso y espacios sujetos a aprovechamientos comunitarios, a estas condiciones se suma el tránsito local, que constituye otra de las manifestaciones de actividad humana presentes en el territorio, por ello, el componente recibió una calificación de 3, la principal tendencia histórica de cambio corresponde a la sustitución parcial del bosque original por agricultura, seguida en algunos sectores por procesos de sucesión secundaria.

l) Medio socioeconómico

Nuevo Zoquiápam es un municipio rural e indígena con una población de 1,590 habitantes de acuerdo con el Censo de 2020, presenta predominio cultural zapoteco, agricultura de temporal, manejo comunitario de los recursos forestales y una relación estrecha entre población y territorio, el municipio enfrenta condiciones de vulnerabilidad relacionadas con pobreza, servicios básicos, seguridad social, conectividad digital y acceso a oportunidades económicas, estas condiciones justifican una calificación media de 3, el proyecto puede contribuir favorablemente a la dinámica económica local mediante la generación de empleos temporales, la contratación de transportistas, operadores y personal de apoyo, así como a través de la adquisición de insumos y servicios requeridos durante su operación, asimismo, la disponibilidad de material pétreo para su utilización en obras y actividades de construcción puede representar un beneficio para la comunidad, al tiempo que el aprovechamiento genera ingresos locales asociados con las distintas actividades que integran la cadena de extracción, carga y transporte del material.

III.6. Tendencias ambientales sin proyecto

En ausencia del proyecto, se prevé que las tendencias principales de la Región Ecológica continúen determinadas por la interacción entre las actividades rurales y los procesos naturales de regeneración, las parcelas activas continuarían sometidas a ciclos de preparación, cultivo, cosecha y descanso, dependiendo de las condiciones económicas y demográficas, algunas superficies podrían mantenerse en producción y otras avanzar hacia etapas de sucesión secundaria.

En ausencia de nuevas perturbaciones intensas, los sectores VSa/BQ tenderían a incrementar gradualmente su cobertura, altura y complejidad, los rebrotes y juveniles de encino podrían evolucionar hacia formaciones arbóreas secundarias más desarrolladas, el Río Molino continuaría redistribuyendo sedimentos durante la temporada de lluvias, las barras e islas podrían aumentar, reducirse o desplazarse conforme cambien el caudal y el transporte sólido, la conectividad se mantendría si no se abren nuevos caminos ni se desmontan laderas. Las parcelas agrícolas seguirían generando fragmentación parcial, aunque los terrenos en descanso podrían contribuir a la recuperación, persistirían las condiciones de limitada diversificación económica y migración, la disponibilidad de empleo dependería principalmente de actividades agrícolas, forestales, servicios locales y trabajo fuera del municipio.

III.7. Tendencias ambientales con proyecto

Las tendencias previsibles asociadas con el desarrollo del proyecto comprenden la redistribución puntual de los depósitos aluviales dentro del área de aprovechamiento, la presencia temporal de maquinaria y el incremento intermitente del tránsito de vehículos durante las actividades de extracción y transporte, asimismo, se prevé la generación temporal de polvo y ruido, el desplazamiento momentáneo de fauna hacia sectores próximos y la remoción limitada de vegetación herbácea pionera establecida sobre los depósitos aluviales, en el componente socioeconómico, se esperan efectos favorables relacionados con la generación de empleos e ingresos temporales derivados de las actividades propias del aprovechimiento, no se prevé un cambio en la estructura del de uso del suelo, tampoco se prevé urbanización, cambio de uso forestal o construcción de infraestructura permanente.

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

IV.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación y evaluación de los impactos ambientales se realizó considerando las características del proyecto de aprovechamiento de materiales pétreos en el cauce del Río Molino, las condiciones ambientales descritas para la Región Ecológica y el sitio del proyecto, así como las actividades previstas durante las etapas de preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono y restauración.

IV.1.1. Actividades del proyecto susceptibles de generar impactos ambientales

Para la identificación de los impactos se consideraron las actividades previstas durante la vida útil del proyecto, correspondientes al programa general de trabajo descrito en el Capítulo I, las cuales constituyen las acciones que se relacionaron posteriormente con los componentes del medio físico, biótico, paisajístico y socioeconómico, para facilitar su identificación y evaluación se asignó una clave a cada actividad de acuerdo con la etapa en la que se desarrolla. (Tabla IV.1).

Tabla IV.1. Actividades consideradas para la identificación y evaluación de impactos ambientales

Etapa	Clave	Actividad
Preparación del sitio	PS-01	Delimitación del polígono autorizado
	PS-02	Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento
	PS-03	Limpieza del sitio del proyecto
	PS-04	Instalación de letreros y señalamientos en el área autorizada
Operación	OP-01	Extracción de materiales pétreos mediante maquinaria
	OP-02	Colocación temporal del material pétreo sobre la propia playa del río
	OP-03	Carga del material en camiones de volteo
	OP-04	Transporte del material hacia los sitios donde será utilizado
	OP-05	Aplicación permanente de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental
Mantenimiento	MT-01	Conservación del camino de acceso existente
	MT-02	Mantenimiento preventivo de maquinaria fuera del área del proyecto
	MT-03	Manejo integral de residuos y limpieza del área de trabajo
	MT-04	Supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales
Abandono y restauración	AR-01	Retiro de maquinaria y equipo
	AR-02	Limpieza general del sitio
	AR-03	Verificación final de las condiciones ambientales del sitio

A partir de la tabla anterior, se identificaron 16 actividades susceptibles de mantener alguna relación con los componentes ambientales, de las cuales 4 corresponden a la preparación del sitio, 5 a la operación, 4 al mantenimiento y 3 al abandono y restauración, entre estas actividades la extracción de materiales pétreos mediante maquinaria presenta una relación directa con los depósitos aluviales, mientras que la carga y el transporte se relacionan principalmente con el funcionamiento de maquinaria y vehículos, en tanto que el manejo de residuos, la supervisión y las actividades de limpieza se vinculan con el control de las condiciones ambientales durante el aprovechamiento.

IV.1.2. Identificación de los componentes y factores ambientales susceptibles de afectación

Para la identificación de los impactos se seleccionaron los componentes ambientales que pueden presentar algún cambio como resultado de las actividades que se realizarán en el proyecto (Tabla IV.2).

Tabla IV.2. Componentes y factores ambientales considerados en la evaluación

Medio	Componente	Clave	Factor ambiental
Físico	Aire	AI-01	Calidad del aire
		AI-02	Nivel de ruido
	Suelo y depósitos aluviales	SD-02	Distribución de los depósitos aluviales
	Agua superficial	AS-01	Calidad del agua
	Agua superficial	AS-02	Turbidez y sólidos suspendidos
	Hidrología superficial	HS-01	Escurrimiento superficial
	Hidrología superficial	HS-03	Transporte y depósito de sedimentos
Biótico	Vegetación	VE-02	Vegetación asociada a los depósitos aluviales
	Fauna	FA-01	Presencia y desplazamiento de fauna
		FA-02	Hábitat disponible para fauna
Paisaje	Paisaje	PA-01	Calidad visual del sitio
Socioeconómico	—	IN-01	Condiciones del camino de acceso
	Economía local	EL-01	Empleo e ingresos temporales
	Actividades comunitarias	AC-01	Disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias
	Seguridad	SE-01	Seguridad de trabajadores y usuarios del camino

En esta tabla se consideraron 15 factores ambientales, de los cuales 7 corresponden al medio físico, 3 al medio biótico, 1 al paisaje y 4 al medio socioeconómico, cuya selección se realizó de acuerdo con las condiciones existentes en el sitio y con las actividades que forman parte del proyecto, evitando incorporar factores que no presentan una relación directa con el aprovechamiento.

En el componente aire se evaluó la modificación temporal de la calidad del aire por la generación de partículas y gases de combustión durante el funcionamiento y tránsito de maquinaria y vehículos, mientras que el nivel de ruido se relacionó con la operación de los equipos, las maniobras de carga y la circulación de camiones durante las jornadas de trabajo.

Para el suelo y los depósitos aluviales se consideró la distribución de los depósitos aluviales, debido a que la extracción implica el retiro de material pétreo en las superficies destinadas al aprovechamiento, específicamente en los depósitos presentes dentro del polígono del proyecto y no en los suelos de las áreas terrestres circundantes.

El agua superficial se analizó mediante su calidad y la posible generación temporal de turbidez y sólidos suspendidos, considerando que estos factores pueden presentar cambios durante la movilización del material cuando las actividades coincidan con superficies

húmedas o con presencia de escurrimiento, mientras que para la hidrología superficial se evaluaron el escurrimiento superficial y el transporte y depósito de sedimentos en relación con las actividades realizadas dentro del área de aprovechamiento.

En el medio biótico se consideró la vegetación asociada a los depósitos aluviales, constituida principalmente por vegetación herbácea y gramíneas presentes en las superficies expuestas del cauce, así como la presencia y desplazamiento de fauna y el hábitat disponible para los organismos registrados en el sitio, sin considerar el derribo de vegetación forestal ni la realización de cambio de uso de suelo como parte del proyecto.

Para la fauna se evaluó principalmente la perturbación temporal relacionada con la presencia de trabajadores, el ruido, el movimiento de maquinaria y el tránsito de vehículos, así como los cambios puntuales en las superficies utilizadas para desplazamiento, alimentación o refugio por los organismos registrados dentro del área de aprovechamiento y sus márgenes inmediatas.

El paisaje se incorporó mediante la calidad visual del sitio, considerando los cambios temporales relacionados con la presencia de maquinaria, camiones y material pétreo colocado sobre la propia playa del río durante las maniobras, así como las superficies donde se realice directamente el aprovechamiento.

En el medio socioeconómico se consideraron las condiciones del camino de acceso, la generación de empleo e ingresos temporales, la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias y la seguridad de los trabajadores y usuarios del camino durante el desarrollo de las actividades.

IV.1.3. Relación entre las actividades del proyecto y los factores ambientales

A partir de las 16 actividades y los 15 factores ambientales definidos anteriormente, se elaboró la matriz de interacción causa-efecto con un total de 240 interacciones posibles (16 × 15), de las cuales únicamente se identificaron aquellas en las que existe una relación entre una actividad del proyecto y un factor ambiental, evitando asignar interacciones cuando no se encontró una modificación o efecto identificable derivado de la actividad evaluada.

Matriz IV.1. Interacción actividad–factor ambiental																	
Factor	**PS-01**	**PS-02**	**PS-03**	**PS-04**	**OP-01**	**OP-02**	**OP-03**	**OP-04**	**OP-05**	**MT-01**	**MT-02**	**MT-03**	**MT-04**	**AR-01**	**AR-02**	**AR-03**	**Total**
AI-01	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	10
AI-02	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	10
SD-02	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
AS-01	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
AS-02	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
HS-01	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
HS-03	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
VE-02	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
FA-01	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	13
FA-02	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	8
PA-01	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	13
IN-01	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	6
EL-01	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	10
AC-01	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SE-01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Total	**1**	**2**	**8**	**2**	**13**	**12**	**7**	**8**	**13**	**7**	**4**	**7**	**13**	**7**	**7**	**11**	**122**

IV.1.4. Matriz de interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales

Una vez definidas las actividades del proyecto y los factores ambientales susceptibles de presentar algún cambio, se elaboró la matriz de interacción causa-efecto, en la cual se relacionaron las 16 actividades incluidas en el programa general de trabajo con los 15 factores ambientales seleccionados para el medio físico, biótico, paisaje y socioeconómico, la matriz se utilizó como una primera etapa para identificar las relaciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales, señalando con una X aquellos cruces donde se reconoció una interacción directa o razonablemente previsible y dejando sin interacción los casos en los que no se identificó una relación que justificara su incorporación a la evaluación posterior.

La matriz comprende 240 cruces posibles, resultado de relacionar las 16 actividades con los 15 factores ambientales, de los cuales se identificaron 122 interacciones, mismas que se consideraron posteriormente para determinar el tipo de impacto y su naturaleza adversa o positiva. (Tabla IV.3).

Tabla IV.3. Número de interacciones identificadas por actividad

Clave	Actividad	Interacciones
PS-01	Delimitación del polígono autorizado	1
PS-02	Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento, en caso de ser necesario	2
PS-03	Limpieza del sitio del proyecto	8
PS-04	Instalación de letreros y señalamientos en el área autorizada	2
OP-01	Extracción de materiales pétreos mediante maquinaria	13
OP-02	Colocación temporal del material pétreo sobre la propia playa del río	12
OP-03	Carga del material en camiones de volteo	7
OP-04	Transporte del material hacia los sitios donde será utilizado	8
OP-05	Aplicación permanente de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental	13
MT-01	Conservación del camino de acceso existente	7
MT-02	Mantenimiento preventivo de maquinaria fuera del área del proyecto	4
MT-03	Manejo integral de residuos y limpieza del área de trabajo	7
MT-04	Supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales	13
AR-01	Retiro de maquinaria y equipo	7
AR-02	Limpieza general del sitio	7
AR-03	Verificación final de las condiciones ambientales del sitio	11
Total		122

La extracción de materiales pétreos mediante maquinaria, la aplicación permanente de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental y la supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales presentaron 13 interacciones cada una, mientras que la colocación temporal del material pétreo sobre la propia playa del río presentó 12 interacciones, estos resultados corresponden a las relaciones identificadas en la Matriz IV.1 y muestran que las actividades de operación mantienen una mayor relación con los factores

ambientales debido al movimiento del material, funcionamiento de maquinaria, presencia de personal y tránsito de vehículos

La limpieza del sitio del proyecto presentó 8 interacciones, al igual que el transporte del material hacia los sitios donde será utilizado, mientras que la carga del material, la conservación del camino de acceso, el manejo integral de residuos, el retiro de maquinaria y la limpieza general del sitio presentaron 7 interacciones cada una, por su parte las actividades de delimitación, señalamiento y rescate de fauna registraron un menor número de relaciones debido a su carácter puntual y preventivo.

IV.1.5. Análisis de las interacciones por factor ambiental

Se identificaron los elementos del medio que mantienen relación con un mayor número de actividades del proyecto, sin que la cantidad de interacciones represente por sí misma la importancia ambiental del impacto, ya que ésta se determinó posteriormente mediante la valoración de los atributos correspondientes. (Tabla IV.4).

Tabla IV.4. Interacciones identificadas por factor ambiental

Medio	Factor ambiental	Interacciones
Físico	Calidad del aire	10
	Nivel de ruido	10
	Distribución de los depósitos aluviales	5
	Calidad del agua	6
	Turbidez y sólidos suspendidos	5
	Escurrimiento superficial	5
	Transporte y depósito de sedimentos	5
Biótico	Vegetación asociada a los depósitos aluviales	6
	Presencia y desplazamiento de fauna	13
	Hábitat disponible para fauna	8
Paisaje	Calidad visual del sitio	13
Socioeconómico	Condiciones del camino de acceso	6
	Empleo e ingresos temporales	10
	Disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias	4
	Seguridad de trabajadores y usuarios del camino	16
Total		122

La seguridad de los trabajadores y usuarios del camino presentó 16 interacciones, debido a que este factor se encuentra asociado con diferentes actividades que implican presencia de personal, movimiento de maquinaria, maniobras de carga, circulación de vehículos y trabajos dentro del área de aprovechamiento.

En el medio biótico, la presencia y desplazamiento de fauna presentó 13 interacciones, relacionadas principalmente con la presencia de trabajadores, ruido, funcionamiento de maquinaria y circulación de vehículos, mientras que el hábitat disponible para fauna presentó 8 interacciones y la vegetación asociada a los depósitos aluviales 6 interacciones, estas últimas comprenden la remoción puntual realizada durante la preparación del sitio y las acciones posteriores de protección, manejo, supervisión y verificación, sin considerar nuevas remociones durante la operación y mantenimiento

La calidad visual del sitio presentó 13 interacciones relacionadas con la presencia temporal de maquinaria, camiones, señalamientos, movimiento de material y actividades realizadas dentro del polígono, mientras que en el medio físico la calidad del aire y el nivel de ruido registraron 10 interacciones cada uno, la calidad del agua presentó 6 y la distribución de los depósitos aluviales, la turbidez y sólidos suspendidos, el escurrimiento superficial y el transporte y depósito de sedimentos presentaron 5 interacciones cada uno, aunque estos últimos factores registraron un menor número de relaciones se mantuvieron dentro de la evaluación debido a que el aprovechamiento se realizará directamente sobre depósitos aluviales ubicados dentro del cauce.

En el medio socioeconómico, el empleo e ingresos temporales presentó 10 interacciones, las condiciones del camino de acceso 6 y la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias 4, estas últimas relaciones corresponden principalmente a efectos favorables vinculados con el aprovechamiento y el destino comunitario del material extraído.

IV.1.6. Identificación de los impactos ambientales

A partir de las interacciones obtenidas en la matriz causa-efecto se identificaron los cambios ambientales asociados con las actividades del proyecto y los factores ambientales relacionados con ellas, distinguiendo en cada caso la actividad que origina el cambio, el factor receptor y el impacto resultante, con lo cual se evitó considerar las propias actividades del proyecto como impactos ambientales.

Matriz IV.1. Interacción actividad–factor ambiental

Matriz IV.1. Interacción actividad–factor ambiental																	
Factor	**PS-01**	**PS-02**	**PS-03**	**PS-04**	**OP-01**	**OP-02**	**OP-03**	**OP-04**	**OP-05**	**MT-01**	**MT-02**	**MT-03**	**MT-04**	**AR-01**	**AR-02**	**AR-03**	**Total**
AI-01	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	10
AI-02	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	10
SD-02	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
AS-01	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
AS-02	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
HS-01	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
HS-03	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
VE-02	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	6
FA-01	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	13
FA-02	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	8
PA-01	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	13
IN-01	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	6
EL-01	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	10
AC-01	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SE-01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Total	**1**	**2**	**8**	**2**	**13**	**12**	**7**	**8**	**13**	**7**	**4**	**7**	**13**	**7**	**7**	**11**	**122**

1 = Interacción previsible

0 = no se identifica interacción.

IV.1.7. Identificación y descripción de los impactos ambientales

La identificación se realizó considerando las 16 actividades del proyecto y los 15 factores ambientales seleccionados para la evaluación los impactos identificados fueron posteriormente analizados mediante los atributos de naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad.

IV.1.7.1. Impactos ambientales durante la preparación del sitio

Durante la preparación del sitio se consideraron las actividades de delimitación del polígono, rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento en caso de ser necesario, limpieza del sitio del proyecto e instalación de letreros y señalamientos.

La delimitación del polígono y la instalación de señalamientos generan principalmente cambios temporales en la calidad visual por la incorporación de elementos ajenos al entorno inmediato, el rescate y reubicación de fauna corresponde a una acción preventiva dirigida principalmente a organismos de lento desplazamiento que pudieran encontrarse dentro de las superficies donde posteriormente ingresará la maquinaria, por lo que su naturaleza se considera positiva al reducir la posibilidad de afectación directa sobre ejemplares presentes en el área de trabajo.

La limpieza del sitio puede generar efectos in situ sobre la vegetación asociada a los depósitos aluviales cuando sea necesario retirar gramíneas, herbáceas u otros elementos secundarios localizados directamente en las superficies donde se realizarán las actividades, sin considerar el derribo de vegetación forestal ni la intervención de la vegetación presente fuera del área requerida para el aprovechamiento, durante esta actividad también puede presentarse el desplazamiento temporal de fauna debido a la presencia de trabajadores y al movimiento dentro del área, así como una modificación temporal del hábitat disponible en las superficies directamente intervenidas, estos efectos se concentran en el sitio de trabajo y pueden disminuir una vez que cesa la actividad.

También, la limpieza puede producir temporalmente partículas suspendidas cuando se movilicen materiales secos y cambios visuales mientras se desarrollen los trabajos, mientras que el retiro de residuos u objetos ajenos al entorno genera un efecto favorable sobre las condiciones del sitio antes del inicio de la operación.

En el componente socioeconómico, las actividades de preparación requieren participación de personal y generan empleo e ingresos durante el periodo en que se ejecutan, mientras que la delimitación, el rescate preventivo de fauna y el señalamiento se relacionan con mejores condiciones de control y seguridad antes del ingreso de maquinaria al área de aprovechamiento.

IV.1.7.2. Impactos ambientales durante la operación y mantenimiento

Durante la operación y mantenimiento se concentran las actividades directamente relacionadas con el aprovechamiento de los materiales pétreos, entre ellas la extracción mediante maquinaria, la colocación temporal del material sobre la propia playa del río, la carga en camiones de volteo, su transporte hacia los sitios donde será utilizado y la aplicación permanente de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental, mientras que las

actividades de mantenimiento comprenden la conservación del camino de acceso, el mantenimiento preventivo de la maquinaria fuera del área del proyecto, el manejo integral de residuos y limpieza del área de trabajo y la supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales.

La extracción mediante maquinaria va a generar un cambio directo en la distribución de los depósitos aluviales, debido al retiro del material existente en las superficies destinadas al aprovechamiento, este efecto se concentra dentro del polígono autorizado y su magnitud estará relacionada con el volumen efectivamente extraído, sin considerar la intervención de las márgenes ni la realización de excavaciones fuera de las superficies establecidas para el proyecto, el escurrimiento superficial y el transporte y depósito de sedimentos pueden presentar cambios durante la extracción y el movimiento temporal del material, principalmente cuando las actividades coincidan con superficies húmedas o con presencia de escurrimiento, estos efectos estarán condicionados por las características del material, la ubicación de los frentes de trabajo y las condiciones hidrológicas existentes durante cada periodo de operación.

La turbidez y los sólidos suspendidos pueden incrementarse temporalmente por la movilización de partículas finas durante la extracción y manipulación del material, particularmente cuando se trabaje sobre depósitos húmedos o próximos al flujo de agua, mientras que la posible afectación de la calidad del agua se relaciona principalmente con situaciones accidentales como fugas de combustibles, aceites o fluidos hidráulicos provenientes de la maquinaria, por lo que este último efecto no corresponde a una condición normal de operación, la calidad del aire puede presentar afectaciones temporales por las emisiones de gases de combustión y la resuspensión de partículas generadas durante el funcionamiento de la maquinaria, la carga y la circulación de camiones, mientras que el nivel de ruido aumentará durante las jornadas en las que se encuentren operando los equipos y vehículos, ambos efectos disminuyen al concluir las actividades que los originan.

Durante la operación y mantenimiento la presencia y desplazamiento de fauna puede modificarse temporalmente por el ruido, el movimiento de maquinaria, la circulación de vehículos y la presencia de trabajadores, mientras que el hábitat disponible para fauna puede presentar cambios puntuales en las superficies directamente intervenidas por la extracción y el movimiento de los depósitos aluviales, manteniéndose las actividades dentro de las superficies previamente acondicionadas y sin realizar nuevas remociones de vegetación durante la operación y mantenimiento.

La calidad visual del sitio presentará cambios durante la operación por la presencia de maquinaria, camiones, trabajadores y material pétreo colocado temporalmente sobre la playa del río, así como por las superficies donde se realiza la extracción, este efecto se mantiene principalmente durante los periodos de trabajo y disminuye conforme se retira el material y los equipos utilizados, así tambiénel transporte del material puede modificar temporalmente las condiciones del camino de acceso debido a la circulación repetida de camiones, mientras que las actividades de conservación previstas durante el mantenimiento permiten atender los sectores que presenten deterioro relacionado con el tránsito generado por el proyecto.

Los efectos positivos se relacionan principalmente con la generación de empleo e ingresos temporales durante las actividades de extracción, carga, transporte, mantenimiento, limpieza y supervisión, así como con la disponibilidad de material pétreo, cuyo efecto dependerá del volumen efectivamente aprovechado.

La seguridad de trabajadores y usuarios del camino mantiene relación con el funcionamiento de maquinaria, las maniobras de carga y la circulación de vehículos, por lo que las actividades de señalamiento, supervisión y aplicación permanente de medidas de prevención tienen un efecto favorable al reducir los riesgos asociados con la operación, cabe señalar que, el mantenimiento preventivo de la maquinaria se realizará fuera del área del proyecto, por lo que no se consideraron impactos directos derivados de esta actividad dentro del sitio de aprovechamiento, mientras que el manejo integral de residuos, la limpieza del área y la supervisión del cumplimiento de las medidas ambientales se consideraron acciones de control destinadas a evitar que las actividades de operación generen afectaciones adicionales.

IV.1.7.3. Impactos ambientales durante el abandono y restauración

Durante la etapa de abandono y restauración se consideraron las actividades de retiro de maquinaria y equipo, limpieza general del sitio y verificación final de las condiciones ambientales, las cuales se realizarán una vez concluidas las actividades de aprovechamiento y estarán orientadas principalmente al retiro de los elementos utilizados durante la operación y a la revisión de las condiciones en las que permanezca el área intervenida.

El retiro de maquinaria puede generar temporalmente emisiones de gases de combustión, partículas y ruido debido al funcionamiento y desplazamiento de los vehículos utilizados, estos efectos se presentan únicamente durante el tiempo necesario para retirar los equipos y disminuyen al concluir la actividad, por lo que su permanencia se limita al periodo efectivo de trabajo, la circulación de maquinaria durante su retiro también puede ocasionar el desplazamiento temporal de fauna que se encuentre próxima al área, principalmente por el ruido y movimiento de los vehículos, aunque este efecto disminuye una vez que termina la presencia de maquinaria dentro del sitio y se reducen las fuentes de perturbación asociadas con la operación, la calidad visual del sitio presenta un efecto favorable con el retiro de maquinaria, equipo y demás elementos utilizados durante el aprovechamiento, debido a que se eliminan componentes temporales incorporados al paisaje durante la etapa de operación y permanecen únicamente las condiciones resultantes del aprovechamiento realizado.

La limpieza general del sitio tendrá principalmente efectos favorables relacionados con el retiro de residuos y materiales ajenos al entorno que pudieran permanecer después de las actividades, con lo cual se evitará su permanencia sobre los depósitos aluviales o en áreas próximas al escurrimiento superficial, durante la limpieza pueden presentarse de manera temporal partículas suspendidas, ruido y presencia de trabajadores, aunque estos efectos estarán limitados al periodo requerido para realizar la actividad y cesarán una vez concluidos los trabajos, mientras que el retiro de residuos tendrá un efecto favorable sobre la calidad visual y las condiciones generales del área, la verificación final de las condiciones ambientales del sitio permitirá revisar las superficies utilizadas durante el aprovechamiento, la distribución de los depósitos aluviales, las condiciones del agua superficial, la presencia de residuos, la vegetación asociada a los depósitos aluviales y cualquier condición que

requiera atención antes de concluir las actividades del proyecto, por lo que esta acción presenta principalmente un carácter preventivo y de seguimiento.

También se revisarán las condiciones de la vía de acceso utilizada durante la operación con la finalidad de identificar posibles deterioros atribuibles al tránsito del proyecto y comprobar que las acciones de conservación realizadas hayan mantenido condiciones adecuadas para su utilización, en esta etapa permanecerá el cambio relacionado con el retiro del material pétreo y la distribución resultante de los depósitos aluviales dentro de las superficies efectivamente aprovechadas, debido a que las actividades de abandono no implican la restitución artificial del material extraído, mientras que la evolución posterior de estas superficies estará relacionada con los procesos naturales de transporte y depósito de sedimentos que se presenten en el Río Molino.

La vegetación asociada a los depósitos aluviales podrá establecerse nuevamente en las superficies que posteriormente presenten condiciones adecuadas de humedad y estabilidad, aunque este proceso dependerá de la dinámica natural del sitio y no se considerará como una recuperación inmediata al término del proyecto, los efectos sobre la seguridad de trabajadores y usuarios del camino estarán asociados principalmente con el movimiento de maquinaria y vehículos durante su retiro, mientras que la limpieza, señalamiento cuando resulte necesario y verificación final tendrán una función preventiva durante el cierre de las actividades, de esta forma, los impactos adversos de la etapa de abandono y restauración se concentrarán principalmente en efectos temporales derivados del retiro de maquinaria y de las labores de limpieza, mientras que los efectos favorables se relacionan con el retiro de residuos y equipos, la recuperación de la calidad visual y la verificación de las condiciones ambientales en las que queda el sitio después de concluir el aprovechamiento.

IV.1.8. Criterios y escalas para la valoración de la importancia ambiental

Una vez identificados y descritos los impactos ambientales correspondientes a las distintas etapas del proyecto, se realizó su valoración considerando las características particulares de cada efecto y las condiciones en las que puede presentarse, para ello se utilizaron los atributos de naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad, los cuales permiten analizar la magnitud del cambio, el área donde se manifiesta, su duración y las posibilidades de recuperación del factor ambiental afectado.

- La naturaleza (NA) indica si el impacto produce un efecto adverso o positivo sobre el factor ambiental, asignándose signo negativo a los efectos adversos y positivo a los favorables, mientras que la intensidad (IN) expresa el grado de modificación que puede presentar el factor ambiental como consecuencia de la actividad evaluada.

- La extensión (EX) considera el espacio sobre el cual se manifiesta el impacto en relación con el área donde se desarrolla el proyecto, distinguiendo los efectos concentrados en una superficie puntual de aquellos que pueden extenderse hacia otros sectores, mientras que el momento (MO) corresponde al tiempo que transcurre entre la ejecución de la actividad y la manifestación del cambio ambiental.

- La persistencia (PE) se utilizó para establecer el tiempo durante el cual puede mantenerse el efecto una vez producido, en tanto que la reversibilidad (RV) considera la posibilidad de que el factor ambiental retorne por medios naturales a condiciones semejantes a las existentes antes de la intervención.
- La sinergia (SI) considera si la acción conjunta de dos o más efectos puede producir una modificación mayor que la esperada por su actuación independiente, mientras que la acumulación (AC) permite reconocer aquellos impactos cuya magnitud puede incrementarse conforme una actividad se repite durante el periodo de aprovechamiento.
- El atributo de efecto (EF) distingue los impactos que se producen directamente como consecuencia de una actividad de aquellos que se manifiestan de manera indirecta, mientras que la periodicidad (PR) considera la forma en que el impacto aparece durante el desarrollo del proyecto, ya sea de manera irregular, periódica o continua.
- La recuperabilidad (MC) se utilizó para valorar la posibilidad de reducir, corregir o recuperar las condiciones del factor ambiental mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación, corrección o restauración, diferenciándose de la reversibilidad debido a que esta última corresponde a la recuperación mediante procesos naturales.
- La asignación de los valores se realizó de manera individual para cada impacto y etapa del proyecto, considerando las características del sitio y de las actividades que efectivamente serán realizadas, por lo que un mismo tipo de impacto puede recibir valores diferentes cuando cambien su intensidad, extensión, persistencia o posibilidad de recuperación. (Tabla IV.5).

Tabla IV.5. Criterios y escalas para la valoración de la importancia ambiental

Atributo	Clave	Condición	Valor
Naturaleza	NA	Positivo o benéfico	+
		Adverso	−
Intensidad	IN	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión	EX	Puntual	1
		Parcial	2
		Extensa	4
		Total	8
Momento	MO	Largo plazo	1
		Mediano plazo	2
		Inmediato	4
Persistencia	PE	Fugaz	1
		Temporal	2
		Permanente	4
Reversibilidad	RV	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
		Irreversible	4
Sinergia	SI	Sin sinergismo	1

		Sinérgico	2
		Muy sinérgico	4
Acumulación	AC	Simple	1
		Acumulativo	4
Efecto	EF	Indirecto	1
		Directo	4
Periodicidad	PR	Irregular	1
		Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad	MC	Recuperable inmediatamente	1
		Recuperable a mediano plazo	2
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8

Los valores establecidos en la Tabla IV.5 se aplicarán a los impactos identificados durante la preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración, manteniendo los mismos criterios de valoración para las tres etapas con la finalidad de obtener resultados comparables y posteriormente calcular su importancia ambiental.

IV.1.9. Cálculo de la importancia ambiental

Una vez asignados los valores correspondientes a los atributos de cada impacto ambiental, se calculó su importancia mediante una expresión que integra la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad, manteniendo el signo positivo o negativo de acuerdo con la naturaleza positiva o adversa del impacto

La importancia ambiental se calculó mediante la siguiente expresión:
$I=\pm(3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$

Donde:
I = Importancia ambiental
IN = Intensidad
EX = Extensión
MO = Momento
PE = Persistencia
RV = Reversibilidad
SI = Sinergia
AC = Acumulación
EF = Efecto
PR = Periodicidad
MC = Recuperabilidad

Los valores de importancia obtenidos se clasificaron mediante los siguientes intervalos: (Tabla IV.6).

Tabla IV.6. Clasificación de los impactos de acuerdo con su importancia ambiental

Valor absoluto de importancia	Clasificación
< 25	Compatible
25 a 49	Moderado
50 a 74	Severo
≥ 75	Crítico

Los impactos compatibles corresponden a efectos de baja importancia cuya recuperación puede presentarse en un periodo corto o mediante medidas sencillas, mientras que los moderados requieren medidas específicas de prevención, mitigación o recuperación debido a que presentan una mayor intensidad, extensión, duración o dificultad de recuperación.

Los impactos severos corresponden a modificaciones de mayor importancia que requieren medidas específicas de manejo y seguimiento debido a las características del efecto y del factor ambiental involucrado, mientras que la categoría crítica corresponde a los valores más altos de importancia y representa condiciones en las que la magnitud, permanencia o dificultad de recuperación del impacto requiere una atención particular dentro de la evaluación

La valoración se realizó para cada impacto de acuerdo con la etapa y la actividad que lo origina, por lo que la asignación de los atributos no se efectuó de manera general para cada factor ambiental, sino considerando las condiciones particulares de la interacción evaluada, con ello se evitó asignar la misma importancia a efectos que, aunque incidan sobre un mismo factor, presentan diferencias en intensidad, extensión, persistencia o recuperabilidad

IV.1.10. Valoración cuantitativa de los impactos ambientales

Con los criterios y escalas establecidos se realizó la valoración cuantitativa de los impactos identificados en cada etapa del proyecto, asignando los valores de acuerdo con las características de la actividad que origina el efecto, el factor ambiental receptor y las condiciones previstas para su manifestación, posteriormente se aplicó la expresión de importancia ambiental para obtener un valor comparable entre los diferentes impactos

IV.1.10.1. Valoración de los impactos ambientales durante la preparación del sitio

Durante la preparación del sitio se valoraron los efectos asociados con la delimitación del polígono autorizado, rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento en caso de ser necesario, limpieza del sitio del proyecto e instalación de letreros y señalamientos en el área autorizada, considerando que en esta etapa todavía no se realiza la extracción de materiales pétreos ni el movimiento del material mediante maquinaria pesada, los impactos adversos identificados se relacionan principalmente con la limpieza puntual del área, la presencia de trabajadores y la instalación temporal de elementos de señalamiento, mientras que los efectos favorables corresponden a la protección preventiva de fauna, las condiciones de seguridad y la generación temporal de empleo (ANEXO MATRIZ IV.2).

Matriz IV.2. Valoración de los impactos ambientales durante la preparación del sitio

Actividad	Factor	Impacto ambiental	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Categoría
PS-03	**AI-01**	Generación temporal de partículas durante la limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
PS-03	**AI-02**	Incremento temporal del nivel de ruido durante la limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
PS-03	**VE-02**	Remoción puntual de vegetación asociada a los depósitos aluviales	−	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	**−21**	Compatible
PS-03	**FA-01**	Desplazamiento temporal de fauna durante la limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
PS-03	**FA-02**	Modificación temporal del hábitat disponible durante la limpieza	−	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	**−21**	Compatible
PS-02 y PS-04	**PA-01**	Modificación temporal de la calidad visual	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
PS-03	**SE-01**	Riesgo temporal para trabajadores durante las actividades de limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
PS-02	**FA-01**	Protección preventiva de fauna de lento desplazamiento	+	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	**+23**	Compatible positivo
PS-01, PS-02 y PS-03	**SE-01**	Mejora de las condiciones preventivas de seguridad	+	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	**+26**	Moderado positivo
PS-03	**EL-01**	Generación temporal de empleo e ingresos durante la limpieza	+	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	**+23**	Compatible positivo

Nota: NA = naturaleza; IN = intensidad; EX = extensión; MO = momento; PE = persistencia; RV = reversibilidad; SI = sinergia; AC = acumulación; EF = efecto; PR = periodicidad; MC = recuperabilidad; I = importancia ambiental.

Los impactos adversos obtenidos durante la preparación del sitio se clasificaron como compatibles, con valores comprendidos entre −19 y −21, debido principalmente a que las actividades presentan una intensidad baja, una extensión puntual y una manifestación inmediata, además de encontrarse limitadas al periodo requerido para preparar las superficies donde posteriormente se desarrollará el aprovechamiento, la generación de partículas y el incremento del nivel de ruido obtuvieron una importancia de −19, ya que se presentan principalmente durante la limpieza del sitio del proyecto, tienen una intensidad baja y una extensión puntual, su efecto aparece de manera inmediata y cesa al concluir la actividad, por lo que se consideraron fugaces, reversibles a corto plazo y recuperables inmediatamente.

La remoción puntual de vegetación asociada a los depósitos aluviales obtuvo una importancia de −21, valor ligeramente superior al de las emisiones y el ruido debido a que el efecto puede permanecer después de concluir la limpieza y la recuperación depende del establecimiento posterior de vegetación herbácea y graminoide, aun así, la intensidad se consideró baja y la extensión puntual porque únicamente se retirarán los elementos que se encuentren directamente sobre las superficies requeridas para las actividades, sin considerar derribo de vegetación forestal ni intervención de vegetación fuera del área de trabajo, el desplazamiento temporal de fauna presentó una importancia de −19, debido a que la presencia de trabajadores y la limpieza del sitio del proyecto pueden ocasionar el alejamiento momentáneo de algunos organismos, aunque el efecto se concentra en las superficies donde se realizan los trabajos y disminuye cuando cesa la actividad que genera la perturbación.

La modificación de la calidad visual también obtuvo una importancia de −19, debido a la presencia temporal de letreros, señalamientos, trabajadores y actividades de limpieza, con una intensidad baja y extensión puntual dentro del área inmediata del proyecto, mientras que su recuperación ocurre conforme terminan los trabajos y se retiran los elementos que ya no sean necesarios, entre los efectos favorables, el rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento, en caso de ser necesario, obtuvo una importancia de +23, debido a que actúa directamente sobre los organismos que pudieran encontrarse dentro de las superficies de trabajo antes del ingreso de maquinaria, con una intensidad media y una extensión puntual, por lo que constituye una acción preventiva dirigida a disminuir la posibilidad de afectación directa sobre la fauna.

La delimitación del polígono autorizado y la instalación de letreros y señalamientos en el área autorizada presentaron un efecto favorable sobre la seguridad con una importancia de +26, clasificada como moderada positiva, debido a que estas actividades permiten identificar el área de trabajo y advertir sobre las condiciones asociadas con el desarrollo del proyecto, con efectos que pueden extenderse al área de aprovechamiento y sus accesos inmediatos, la generación temporal de empleo e ingresos obtuvo una importancia de +23, debido a la contratación de personal para las actividades correspondientes a esta etapa, su efecto se presenta desde el inicio de los trabajos y permanece únicamente durante el periodo en que se requiere el trabajo del personal.

Los resultados de la preparación del sitio muestran que no se identificaron impactos adversos severos ni críticos, mientras que el valor adverso más alto correspondió a la remoción puntual de vegetación asociada a los depósitos aluviales con −21, seguido por los efectos temporales

sobre aire, ruido, fauna y paisaje con valores de −19, por lo que las actividades de esta etapa presentan principalmente impactos localizados y de corta duración.

IV.1.10.2. Valoración de los impactos ambientales durante la operación y mantenimiento

Durante la operación y mantenimiento se valoraron los impactos asociados con la extracción de materiales pétreos mediante maquinaria, la colocación temporal del material sobre la propia playa del río, la carga en camiones de volteo y su transporte hacia los sitios donde será utilizado en obras comunitarias, así como los efectos relacionados con la conservación del camino de acceso, el manejo de residuos y la supervisión ambiental.

La modificación de la distribución de los depósitos aluviales se consideró un impacto adverso directo debido al retiro del material pétreo dentro de las superficies de aprovechamiento, su intensidad será mayor que la de los efectos temporales asociados con ruido o emisiones debido a que constituye el cambio físico directamente relacionado con la finalidad del proyecto, mientras que su extensión se mantiene limitada a las superficies efectivamente intervenidas dentro del polígono.

El transporte y depósito de sedimentos puede presentar modificaciones locales conforme se retire material de diferentes sectores, por lo que se consideró el carácter acumulativo de la extracción durante el periodo de aprovechamiento, aunque la distribución posterior de los sedimentos estará también relacionada con los procesos naturales de movilización y depósito que ocurran durante los eventos de escurrimiento.

El escurrimiento superficial puede presentar cambios puntuales cuando las actividades coincidan con superficies húmedas o con presencia de flujo, aunque no se contempla la construcción de obras permanentes, modificación de las márgenes ni instalación de estructuras destinadas a desviar el agua, por lo que la valoración se concentra en los cambios que puedan presentarse dentro de las superficies directamente intervenidas.

Para la turbidez y los sólidos suspendidos se consideró un efecto adverso de manifestación inmediata asociado con la movilización de partículas finas durante la extracción y manipulación del material, cuya persistencia será temporal y dependerá de las condiciones del agua existentes durante las jornadas de trabajo.

La posible modificación de la calidad del agua se relacionó principalmente con accidentes como fugas de combustibles, lubricantes o fluidos hidráulicos, por lo que su valoración consideró la posibilidad de ocurrencia y las medidas preventivas previstas para evitar que estas sustancias entren en contacto con el agua o los depósitos aluviales.

La calidad del aire y el nivel de ruido presentan efectos adversos durante el funcionamiento de la maquinaria, las maniobras de carga y la circulación de los camiones, ambos se manifiestan desde el inicio de la actividad que los genera y disminuyen cuando cesa el funcionamiento de los equipos, por lo que su persistencia y recuperabilidad son menores que las correspondientes a los cambios físicos producidos directamente por la extracción.

En el medio biótico, la fauna se consideraron el desplazamiento temporal por ruido y presencia de maquinaria y la modificación puntual del hábitat disponible dentro de las áreas sometidas a aprovechamiento, la calidad visual del sitio presentará una modificación temporal durante los periodos de operación debido a la presencia de maquinaria, camiones, trabajadores, material colocado temporalmente sobre la playa y superficies donde se haya realizado la extracción, aunque parte de este efecto desaparece conforme se retiran los equipos y el material transportado.

En el medio socioeconómico se consideraron los posibles efectos adversos o negativos sobre las condiciones del camino de acceso y la seguridad de trabajadores y usuarios, principalmente por la circulación de vehículos y las maniobras realizadas durante la carga y transporte, mientras que la conservación del camino, la supervisión y la aplicación de medidas ambientales presentan efectos favorables al atender o prevenir estas condiciones, la generación temporal de empleo e ingresos y la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias se consideraron impactos favorables directamente relacionados con la operación, cuya magnitud estará asociada con el periodo efectivo de trabajo, el personal requerido y el volumen de material destinado a las obras previstas.

El mantenimiento preventivo de la maquinaria no se consideró como una interacción dentro del sitio debido a que se realizará fuera del área del proyecto, evitando que las actividades de servicio, cambio de lubricantes o reparación de equipos se efectúen dentro del cauce.

La valoración cuantitativa de estas condiciones se presenta en la Matriz IV.3. Valoración de los impactos ambientales durante la operación y mantenimiento, en la que se asignan individualmente los valores de naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad.

Matriz IV.3. Valoración de los impactos ambientales durante la operación y mantenimiento

Actividad	Factor	Impacto ambiental	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Categoría
OP-01	AI-01	Emisión temporal de gases y partículas por operación de maquinaria	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	**−25**	Moderado
OP-03	AI-01	Generación de partículas durante la carga del material	−	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	**−23**	Compatible
OP-04	AI-01	Emisión de gases y resuspensión de partículas durante el transporte	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	**−25**	Moderado
OP-01	AI-02	Incremento del nivel de ruido por operación de maquinaria	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	**−25**	Moderado
OP-03	AI-02	Incremento temporal del ruido durante la carga	−	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	**−23**	Compatible
OP-04	AI-02	Incremento temporal del ruido por circulación de camiones	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	**−25**	Moderado
OP-01	SD-02	Modificación de la distribución de los depósitos aluviales	−	4	2	4	4	2	1	4	4	4	4	**−43**	Moderado
OP-02	SD-02	Redistribución temporal del material dentro del área de trabajo	−	2	1	4	2	1	1	1	4	2	2	**−25**	Moderado
OP-01	AS-01	Riesgo de alteración de la calidad del agua por fugas accidentales	−	2	1	4	2	2	1	1	1	1	4	**−24**	Compatible
OP-01	AS-02	Incremento temporal de turbidez y sólidos suspendidos	−	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	**−27**	Moderado
OP-02	AS-02	Movilización temporal de partículas finas	−	1	1	4	2	1	1	1	4	2	2	**−22**	Compatible
OP-01	HS-01	Modificación puntual de las condiciones de escurrimiento superficial	−	2	1	4	2	1	1	1	4	2	2	**−25**	Moderado
OP-01	HS-03	Modificación local del transporte y depósito de sedimentos	−	4	2	4	2	2	2	4	4	2	4	**−42**	Moderado
OP-02	HS-03	Redistribución temporal de sedimentos durante la colocación del material	−	2	1	4	2	1	1	1	4	2	2	**−25**	Moderado

OP-01, OP-03 y OP-04	FA-01	Desplazamiento temporal de fauna por ruido y movimiento de maquinaria y vehículos	−	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	**−27**	Moderado
OP-01 y OP-02	FA-02	Modificación puntual del hábitat disponible para fauna	−	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	**−26**	Moderado
OP-01, OP-02 y OP-03	PA-01	Modificación temporal de la calidad visual del sitio	−	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	**−26**	Moderado
OP-04	IN-01	Desgaste del camino de acceso por circulación de camiones	−	2	2	4	2	2	1	4	4	2	2	**−32**	Moderado
OP-03 y OP-04	SE-01	Incremento del riesgo durante las maniobras de carga y transporte	−	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	**−27**	Moderado
OP-01 a OP-04	EL-01	Generación temporal de empleo e ingresos	+	2	2	4	2	1	1	4	4	4	1	**+32**	Moderado positivo
OP-01, OP-03 y OP-04	AC-01	Disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias	+	4	4	4	2	2	1	4	4	4	1	**+42**	Moderado positivo
OP-05	AS-01	Prevención de afectaciones a la calidad del agua	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	**+28**	Moderado positivo
OP-05	FA-01	Reducción de perturbaciones innecesarias sobre la fauna	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	**+28**	Moderado positivo
OP-05	SE-01	Mejora de las condiciones preventivas durante la operación	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	**+28**	Moderado positivo
MT-01	IN-01	Conservación de las condiciones del camino de acceso	+	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	**+27**	Moderado positivo
MT-03	AS-01	Prevención de contaminación por manejo adecuado de residuos	+	2	1	4	2	1	1	1	4	2	1	**+24**	Compatible positivo
MT-03	PA-01	Mejora de las condiciones visuales mediante limpieza del área	+	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	**+21**	Compatible positivo
MT-04	SE-01	Seguimiento del cumplimiento de las medidas de seguridad y manejo ambiental	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	**+28**	Moderado positivo

Nota: NA = naturaleza; IN = intensidad; EX = extensión; MO = momento; PE = persistencia; RV = reversibilidad; SI = sinergia; AC = acumulación; EF = efecto; PR = periodicidad; MC = recuperabilidad; I = importancia ambiental.

La valoración muestra que el impacto adverso de mayor importancia durante esta etapa corresponde a la modificación de la distribución de los depósitos aluviales, con un valor de −43, seguido por la modificación local del transporte y depósito de sedimentos con −42, ambos se clasificaron como moderados y presentan valores superiores a los efectos generados por ruido, emisiones, tránsito, fauna y paisaje debido a su relación directa con la extracción y a la posibilidad de que el cambio permanezca después de concluir cada jornada de trabajo

La modificación de los depósitos aluviales recibió una intensidad alta debido a que OP-01 implica el retiro directo del material que constituye el objeto del aprovechamiento, aunque su extensión se consideró parcial porque la intervención se limita a las superficies efectivamente aprovechadas dentro del polígono y no comprende las márgenes ni la totalidad del cauce, su carácter acumulativo se relaciona con la extracción sucesiva durante los diferentes periodos de operación.

El transporte y depósito de sedimentos obtuvo −42 debido a su relación con la extracción repetida y con la redistribución del material dentro del área intervenida, mientras que el escurrimiento superficial obtuvo −25, ya que el cambio previsto se concentra en las superficies de trabajo y no se contempla la construcción de estructuras permanentes destinadas a modificar o desviar el flujo.

La turbidez presentó valores entre −22 y −27 dependiendo de la actividad que la origina, debido a que la movilización de partículas puede presentarse de manera inmediata durante la extracción y colocación del material, pero su permanencia es temporal y se encuentra condicionada por la presencia de humedad o escurrimiento durante las actividades, los impactos relacionados con aire, ruido, fauna y paisaje se mantuvieron entre las categorías compatible y moderada debido a que se presentan principalmente durante las jornadas de operación y disminuyen cuando cesa el funcionamiento de maquinaria, las maniobras de carga y la circulación de vehículos, la modificación puntual del hábitat disponible para fauna presentó el mismo valor, ambos se clasificaron como moderados debido a que se concentran en las superficies directamente intervenidas y no comprenden la eliminación general de la vegetación o de los ambientes existentes en las márgenes.

El desgaste del camino de acceso obtuvo una importancia de −32 debido al carácter repetido de la circulación de camiones, aunque este efecto puede ser atendido mediante las actividades de conservación previstas durante el mantenimiento, entre los impactos favorables, la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias presentó el valor más alto con +42, mientras que la generación temporal de empleo e ingresos obtuvo +32, las actividades de prevención, supervisión, manejo de residuos y conservación del camino presentaron valores compatibles o moderados positivos, con los criterios aplicados no se identificaron impactos adversos severos ni críticos durante la operación y mantenimiento, mientras que los mayores valores adversos corresponden a los factores directamente vinculados con el retiro y redistribución del material pétreo.

IV.1.10.3. Valoración de los impactos ambientales durante el abandono y restauración

Durante la etapa de abandono y restauración se valoraron los impactos asociados con el retiro de maquinaria y equipo, la limpieza general del sitio y la verificación final de las condiciones

ambientales, considerando que estas actividades se realizarán una vez concluido el aprovechamiento y que su finalidad será retirar los elementos utilizados durante la operación, eliminar residuos que pudieran permanecer en el área y revisar las condiciones finales del sitio.

Los impactos adversos de esta etapa se relacionan principalmente con el funcionamiento y desplazamiento de los vehículos durante el retiro de maquinaria, así como con la presencia temporal de trabajadores durante las labores de limpieza, mientras que los efectos favorables corresponden al retiro de equipos y residuos, la mejora de la calidad visual, la reducción de fuentes de perturbación para la fauna y la verificación de las condiciones ambientales al finalizar los trabajos (Matriz IV.4.).

Matriz IV.4. Valoración de los impactos ambientales durante el abandono y restauración

Actividad	Factor	Impacto ambiental	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Categoría
AR-01	AI-01	Emisión temporal de gases y partículas durante el retiro de maquinaria	−	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	**−21**	Compatible
AR-01	AI-02	Incremento temporal del nivel de ruido durante el retiro de maquinaria	−	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	**−21**	Compatible
AR-01	FA-01	Desplazamiento temporal de fauna por movimiento de maquinaria	−	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	**−21**	Compatible
AR-02	AI-01	Generación temporal de partículas durante la limpieza final	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
AR-02	AI-02	Incremento temporal del ruido durante la limpieza final	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
AR-02	FA-01	Desplazamiento temporal de fauna durante las actividades de limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	**−19**	Compatible
AR-01	PA-01	Recuperación de la calidad visual por retiro de maquinaria y equipo	+	2	2	4	2	1	1	1	4	1	1	**+25**	Moderado positivo
AR-02	AS-01	Prevención de afectaciones al agua mediante el retiro de residuos	+	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	**+23**	Compatible positivo
AR-02	PA-01	Mejora de la calidad visual mediante la limpieza general del sitio	+	2	2	4	2	1	1	1	4	1	1	**+25**	Moderado positivo
AR-02	FA-02	Mejora de las condiciones del hábitat mediante el retiro de residuos y elementos ajenos	+	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	**+20**	Compatible positivo
AR-03	SD-02	Verificación de la distribución final de los depósitos aluviales	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo
AR-03	AS-01	Verificación final de las condiciones de calidad del agua	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo
AR-03	HS-01	Verificación de las condiciones finales del escurrimiento superficial	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo
AR-03	HS-03	Verificación de las condiciones de transporte y depósito de sedimentos	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo

AR-03	VE-02	Verificación de las condiciones de la vegetación asociada a los depósitos aluviales	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo
AR-03	FA-01	Verificación de las condiciones finales para la presencia de fauna	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo
AR-03	PA-01	Verificación final de las condiciones visuales del sitio	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo
AR-03	IN-01	Verificación final de las condiciones del camino de acceso	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	**+22**	Compatible positivo
AR-03	SE-01	Verificación de condiciones de seguridad al concluir las actividades	+	2	2	4	2	1	1	1	4	1	1	**+25**	Moderado positivo

Los impactos adversos obtenidos durante el abandono y restauración se clasificaron como compatibles, con valores entre −19 y −21, debido a que corresponden principalmente a emisiones, ruido y desplazamiento temporal de fauna durante el retiro de maquinaria y las actividades de limpieza, estos efectos presentan baja intensidad, una extensión puntual o parcial y dejan de manifestarse cuando concluye la actividad que los origina.

El retiro de maquinaria presentó valores de −21 para calidad del aire, ruido y desplazamiento de fauna debido a que el movimiento de los equipos puede extender temporalmente sus efectos desde el área de aprovechamiento hacia el acceso utilizado para su salida, mientras que las actividades de limpieza presentaron valores de −19 debido a que se concentran principalmente dentro del sitio.

Los efectos favorables relacionados con el retiro de maquinaria y la limpieza general alcanzaron valores de hasta +25, principalmente por la recuperación de la calidad visual al desaparecer los equipos y elementos temporales utilizados durante la operación, mientras que el retiro de residuos presentó efectos compatibles positivos sobre la calidad del agua y las condiciones del hábitat.

La verificación final se consideró una acción favorable de seguimiento debido a que permitirá revisar las condiciones en las que permanezcan los factores ambientales después de concluir el aprovechamiento, los valores obtenidos se mantuvieron entre +22 y +25, ya que esta actividad no modifica por sí misma los componentes ambientales, sino que permite identificar cualquier condición que requiera atención antes del cierre de los trabajos.

La modificación de la distribución de los depósitos aluviales generada previamente por la extracción no se consideró nuevamente como un impacto adverso originado durante el abandono, debido a que el retiro del material ocurrió durante la etapa de operación, aunque sus condiciones finales deberán ser revisadas mediante AR-03 y posteriormente consideradas en el análisis de impactos residuales.

En esta etapa no se identificaron impactos adversos moderados, severos ni críticos, debido a que los efectos negativos corresponden principalmente a actividades temporales de retiro y limpieza, mientras que las acciones de cierre presentan efectos favorables relacionados con la limpieza, el retiro de elementos temporales y la verificación final del sitio.

IV.1.11. Resultados de la valoración

Durante la preparación del sitio, los impactos adversos presentaron valores entre −19 y −21, por lo que se clasificaron como compatibles, estos efectos se relacionan principalmente con la generación temporal de partículas y ruido, la remoción puntual de vegetación asociada a los depósitos aluviales, el desplazamiento temporal de fauna y los cambios visuales ocasionados durante las actividades previas al aprovechamiento, en la operación y mantenimiento se obtuvieron los mayores valores de importancia adversa, la modificación de la distribución de los depósitos aluviales alcanzó −43 y la modificación local del transporte y depósito de sedimentos −42, ambos clasificados como moderados, estos resultados se relacionan con el carácter directo de la extracción, la repetición de la actividad durante el periodo de aprovechamiento y la permanencia del cambio físico después de retirar el material. Los efectos sobre el escurrimiento superficial, turbidez y sólidos suspendidos,

vegetación asociada a los depósitos aluviales, presencia y desplazamiento de fauna, hábitat disponible, calidad visual, camino de acceso y seguridad se mantuvieron dentro de la categoría moderada cuando las características de la interacción superaron el valor de 25, mientras que algunas emisiones de partículas, ruido y efectos relacionados con la movilización temporal de materiales permanecieron dentro de la categoría compatible, la calidad del agua presentó una condición particular debido a que su posible afectación por combustibles, aceites o fluidos hidráulicos corresponde principalmente a un evento accidental y no a una descarga prevista durante la operación, por esta razón se obtuvo un valor compatible de −24 para esta interacción, sin que ello elimine la necesidad de aplicar medidas preventivas debido a que las actividades se desarrollarán dentro de un ambiente asociado al cauce

Durante el abandono y restauración, los impactos adversos presentaron valores entre −19 y −21 y se clasificaron como compatibles, debido a que corresponden principalmente a emisiones, ruido y desplazamiento temporal de fauna durante el retiro de maquinaria y las labores de limpieza, estos efectos cesan al concluir las actividades que los genera, los impactos positivos se presentaron en las diferentes etapas y estuvieron relacionados con las acciones preventivas, la generación de empleo e ingresos, la conservación del camino, el manejo de residuos, la supervisión ambiental y la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias, este último alcanzó +42, mientras que la generación temporal de empleo e ingresos durante la operación obtuvo +32.

De acuerdo con los valores obtenidos, no se identificaron impactos adversos severos ni críticos, ya que ninguno alcanzó valores absolutos iguales o superiores a 50, los impactos adversos de mayor importancia corresponden a la distribución de los depósitos aluviales y al transporte y depósito de sedimentos, por lo que estos componentes requieren mayor atención durante la ejecución del proyecto y constituyen la referencia principal para establecer las medidas ambientales relacionadas con la extracción, en la Matriz IV.5. se presenta la valoración total de los impactos ambientales.

Matriz IV.5. Valoración total de los impactos ambientales

Etapa	Actividad	Factor	Impacto ambiental	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Categoría
Preparación del sitio	PS-03	AI-01	Generación temporal de partículas durante la limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Preparación del sitio	PS-03	AI-02	Incremento temporal del nivel de ruido durante la limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Preparación del sitio	PS-03	VE-02	Remoción puntual de vegetación asociada a los depósitos aluviales	−	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	−21	Compatible
Preparación del sitio	PS-03	FA-01	Desplazamiento temporal de fauna durante la limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Preparación del sitio	PS-03	FA-02	Modificación temporal del hábitat disponible durante la limpieza	−	1	1	4	2	1	1	1	4	1	2	−21	Compatible
Preparación del sitio	PS-02 y PS-04	PA-01	Modificación temporal de la calidad visual	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Preparación del sitio	PS-03	SE-01	Riesgo temporal para trabajadores durante las actividades de limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Preparación del sitio	PS-02	FA-01	Protección preventiva de fauna de lento desplazamiento	+	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	+23	Compatible positivo
Preparación del sitio	PS-01, PS-02 y PS-03	SE-01	Mejora de las condiciones preventivas de seguridad	+	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	+26	Moderado positivo
Preparación del sitio	PS-03	EL-01	Generación temporal de empleo e ingresos durante la limpieza	+	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	+23	Compatible positivo
Operación y mantenimiento	OP-01	AI-01	Emisión temporal de gases y partículas por operación de maquinaria	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	−25	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-03	AI-01	Generación de partículas durante la carga del material	−	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	−23	Compatible
Operación y mantenimiento	OP-04	AI-01	Emisión de gases y resuspensión de partículas durante el transporte	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	−25	Moderado

Operación y mantenimiento	OP-01	AI-02	Incremento del nivel de ruido por operación de maquinaria	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	−25	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-03	AI-02	Incremento temporal del ruido durante la carga	−	2	1	4	1	1	1	1	4	2	1	−23	Compatible
Operación y mantenimiento	OP-04	AI-02	Incremento temporal del ruido por circulación de camiones	−	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	−25	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-01	SD-02	Modificación de la distribución de los depósitos aluviales	−	4	2	4	4	2	1	4	4	4	4	−43	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-02	SD-02	Redistribución temporal del material dentro del área de trabajo	−	2	1	4	2	1	1	1	4	2	2	−25	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-01	AS-01	Riesgo de alteración de la calidad del agua por fugas accidentales	−	2	1	4	2	2	1	1	1	1	4	−24	Compatible
Operación y mantenimiento	OP-01	AS-02	Incremento temporal de turbidez y sólidos suspendidos	−	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	−27	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-02	AS-02	Movilización temporal de partículas finas	−	1	1	4	2	1	1	1	4	2	2	−22	Compatible
Operación y mantenimiento	OP-01	HS-01	Modificación puntual de las condiciones de escurrimiento superficial	−	2	1	4	2	1	1	1	4	2	2	−25	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-01	HS-03	Modificación local del transporte y depósito de sedimentos	−	4	2	4	2	2	2	4	4	2	4	−42	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-02	HS-03	Redistribución temporal de sedimentos durante la colocación del material	−	2	1	4	2	1	1	1	4	2	2	−25	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-01, OP-03 y OP-04	FA-01	Desplazamiento temporal de fauna por ruido y movimiento de maquinaria y vehículos	−	2	2	4	2	1	2	1	4	2	1	−27	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-01 y OP-02	FA-02	Modificación puntual del hábitat disponible para fauna	−	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	−26	Moderado

Operación y mantenimiento	OP-01, OP-02 y OP-03	PA-01	Modificación temporal de la calidad visual del sitio	−	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	−26	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-04	IN-01	Desgaste del camino de acceso por circulación de camiones	−	2	2	4	2	2	1	4	4	2	2	−32	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-03 y OP-04	SE-01	Incremento del riesgo durante las maniobras de carga y transporte	−	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	−27	Moderado
Operación y mantenimiento	OP-01 a OP-04	EL-01	Generación temporal de empleo e ingresos	+	2	2	4	2	1	1	4	4	4	1	+32	Moderado positivo
Operación y mantenimiento	OP-01, OP-03 y OP-04	AC-01	Disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias	+	4	4	4	2	2	1	4	4	4	1	+42	Moderado positivo
Operación y mantenimiento	OP-05	AS-01	Prevención de afectaciones a la calidad del agua	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	+28	Moderado positivo
Operación y mantenimiento	OP-05	FA-01	Reducción de perturbaciones innecesarias sobre la fauna	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	+28	Moderado positivo
Operación y mantenimiento	OP-05	SE-01	Mejora de las condiciones preventivas durante la operación	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	+28	Moderado positivo
Operación y mantenimiento	MT-01	IN-01	Conservación de las condiciones del camino de acceso	+	2	2	4	2	1	1	1	4	2	2	+27	Moderado positivo
Operación y mantenimiento	MT-03	AS-01	Prevención de contaminación por manejo adecuado de residuos	+	2	1	4	2	1	1	1	4	2	1	+24	Compatible positivo
Operación y mantenimiento	MT-03	PA-01	Mejora de las condiciones visuales mediante limpieza del área	+	1	1	4	2	1	1	1	4	2	1	+21	Compatible positivo
Operación y mantenimiento	MT-04	SE-01	Seguimiento del cumplimiento de las medidas de seguridad y manejo ambiental	+	2	2	4	2	1	1	1	4	4	1	+28	Moderado positivo
Abandono y restauración	AR-01	AI-01	Emisión temporal de gases y partículas durante el retiro de maquinaria	−	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	−21	Compatible

Abandono y restauración	AR-01	AI-02	Incremento temporal del nivel de ruido durante el retiro de maquinaria	−	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	−21	Compatible
Abandono y restauración	AR-01	FA-01	Desplazamiento temporal de fauna por movimiento de maquinaria	−	1	2	4	1	1	1	1	4	1	1	−21	Compatible
Abandono y restauración	AR-02	AI-01	Generación temporal de partículas durante la limpieza final	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Abandono y restauración	AR-02	AI-02	Incremento temporal del ruido durante la limpieza final	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Abandono y restauración	AR-02	FA-01	Desplazamiento temporal de fauna durante las actividades de limpieza	−	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	−19	Compatible
Abandono y restauración	AR-01	PA-01	Recuperación de la calidad visual por retiro de maquinaria y equipo	+	2	2	4	2	1	1	1	4	1	1	+25	Moderado positivo
Abandono y restauración	AR-02	AS-01	Prevención de afectaciones al agua mediante el retiro de residuos	+	2	1	4	2	1	1	1	4	1	1	+23	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-02	PA-01	Mejora de la calidad visual mediante la limpieza general del sitio	+	2	2	4	2	1	1	1	4	1	1	+25	Moderado positivo
Abandono y restauración	AR-02	FA-02	Mejora de las condiciones del hábitat mediante el retiro de residuos y elementos ajenos	+	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	+20	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	SD-02	Verificación de la distribución final de los depósitos aluviales	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	AS-01	Verificación final de las condiciones de calidad del agua	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	HS-01	Verificación de las condiciones finales del escurrimiento superficial	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo

Abandono y restauración	AR-03	HS-03	Verificación de las condiciones de transporte y depósito de sedimentos	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	VE-02	Verificación de las condiciones de la vegetación asociada a los depósitos aluviales	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	FA-01	Verificación de las condiciones finales para la presencia de fauna	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	PA-01	Verificación final de las condiciones visuales del sitio	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	IN-01	Verificación final de las condiciones del camino de acceso	+	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	+22	Compatible positivo
Abandono y restauración	AR-03	SE-01	Verificación de condiciones de seguridad al concluir las actividades	+	2	2	4	2	1	1	1	4	1	1	+25	Moderado positivo

IV.1.12. Jerarquización de los impactos ambientales

Una vez obtenidos los valores de importancia se realizó la jerarquización de los impactos ambientales con la finalidad de identificar aquellos que requieren mayor atención durante el desarrollo del proyecto, para ello se consideró el valor absoluto de importancia y la naturaleza de cada efecto, manteniendo separados los impactos adversos de los benéficos para evitar que los efectos favorables fueran utilizados como compensación numérica de las afectaciones identificadas, los resultados muestran que los impactos adversos de mayor importancia se concentran durante la etapa de operación y mantenimiento, particularmente en las actividades relacionadas directamente con la extracción de materiales pétreos, mientras que durante la preparación del sitio y el abandono y restauración predominan impactos compatibles asociados con actividades temporales y de alcance localizado.

La modificación de la distribución de los depósitos aluviales, con una importancia de −43, constituye el impacto adverso con mayor valor dentro de la evaluación, debido a que la extracción implica el retiro directo de material dentro de las superficies de aprovechamiento y puede producir cambios que permanezcan después de concluir cada jornada de trabajo, su extensión se mantiene limitada al área intervenida y no comprende las márgenes ni superficies ubicadas fuera del polígono establecido, la modificación local del transporte y depósito de sedimentos presentó una importancia de −42, también dentro de la categoría moderada, debido a que el retiro sucesivo de material puede modificar localmente la disponibilidad y distribución de los sedimentos dentro de las superficies intervenidas, mientras que su comportamiento posterior estará relacionado con los procesos naturales de transporte y depósito que se presenten durante los eventos de escurrimiento, el desgaste del camino de acceso por la circulación de camiones obtuvo una importancia de −32, debido principalmente al carácter repetido del tránsito durante la operación, este efecto se mantiene dentro de la categoría moderada y puede atenderse mediante las actividades de conservación previstas durante el periodo de aprovechamiento.

Los efectos sobre la turbidez y sólidos suspendidos, escurrimiento superficial, vegetación asociada a los depósitos aluviales, fauna, hábitat disponible, calidad visual y seguridad presentaron valores moderados menores que los obtenidos para los depósitos aluviales y el transporte de sedimentos, debido a que su extensión se mantiene principalmente dentro del área de trabajo o sus accesos y una parte de estos efectos disminuye al concluir las actividades que los generan, las emisiones de gases y partículas y el incremento del nivel de ruido presentaron valores compatibles o moderados dependiendo de la actividad que los origina, siendo mayores durante la operación de maquinaria y el transporte que durante las actividades de preparación, limpieza o retiro de equipo, debido a las diferencias en frecuencia, extensión y duración de las fuentes que generan estos efectos, la posible alteración de la calidad del agua por fugas accidentales obtuvo una importancia de −24 y se clasificó como compatible, aunque por desarrollarse el proyecto en un ambiente asociado al cauce se mantendrá como un aspecto sujeto a prevención durante toda la operación, particularmente mediante la revisión de maquinaria, el manejo adecuado de combustibles y residuos y la atención inmediata de cualquier derrame accidental

En el medio biótico, durante la operación el impacto adverso de mayor importancia corresponde al desplazamiento temporal de fauna con −27, seguido por la modificación puntual del hábitat disponible para fauna con −26, mientras que la remoción puntual de

vegetación asociada a los depósitos aluviales fue valorada exclusivamente durante la preparación del sitio con −21, debido a que no se realizarán nuevas actividades de limpieza o retiro de vegetación durante la operación.

Entre los efectos favorables, la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias presentó el mayor valor con +42, seguida por la generación temporal de empleo e ingresos durante la operación con +32, mientras que las acciones de prevención, supervisión, conservación del camino, manejo de residuos, limpieza y verificación final presentaron valores compatibles o moderados positivos, cabe mencionar que la jerarquización obtenida no identificó impactos adversos dentro de las categorías severa o crítica, por lo que los efectos que requieren mayor atención corresponden a los impactos moderados asociados directamente con la extracción y con las actividades repetidas durante la operación, principalmente aquellos relacionados con los depósitos aluviales, transporte y depósito de sedimentos, camino de acceso, turbidez, fauna y condiciones de seguridad.

IV.1.13. Impactos acumulativos y sinérgicos

A partir de la valoración realizada se analizaron los impactos que pueden incrementar su efecto por la repetición de una misma actividad o por la interacción de diferentes acciones sobre un mismo factor ambiental, para ello se consideraron principalmente las actividades que se desarrollarán de manera recurrente durante la operación y que mantienen una relación directa con los depósitos aluviales, el transporte de sedimentos, el camino de acceso, la calidad del aire, el ambiente sonoro y la fauna, el principal efecto acumulativo se relaciona con la extracción sucesiva de materiales pétreos, debido a que cada periodo de trabajo implica el retiro de una cantidad adicional de material dentro de las superficies autorizadas, esta condición fue considerada en la valoración de la distribución de los depósitos aluviales y del transporte y depósito de sedimentos, ya que el efecto no depende únicamente de una maniobra aislada sino del aprovechamiento realizado durante el periodo de operación.

La acumulación sobre los depósitos aluviales estará determinada por el volumen efectivamente extraído y por la ubicación de las superficies intervenidas, mientras que su condición posterior también dependerá de la dinámica natural del Río Molino y de los procesos de transporte y depósito que ocurran durante los eventos de escurrimiento, por lo que no se consideró que la reposición natural del material ocurra de manera inmediata ni uniforme dentro del área aprovechada, el tránsito repetido de camiones puede producir un efecto acumulativo sobre el camino de acceso debido al paso sucesivo de los vehículos utilizados para transportar el material, lo cual puede generar desgaste superficial en determinados sectores, este efecto fue considerado dentro de la valoración del camino y será atendido mediante las actividades de conservación previstas durante la operación.

Las emisiones de gases y partículas se generan cada vez que opera la maquinaria o circulan los vehículos, aunque su presencia se limita principalmente a las jornadas de trabajo y disminuye cuando cesan estas actividades, por lo que no se consideró una fuente permanente de emisiones debido a que el proyecto no contempla instalaciones de trituración, procesamiento o transformación del material, en la fauna, la presencia recurrente de trabajadores, maquinaria, vehículos y ruido puede ocasionar episodios repetidos de desplazamiento durante las jornadas de operación, este efecto puede coincidir con las modificaciones puntuales del hábitat dentro de las superficies intervenidas, por lo que se

consideró la posibilidad de una interacción entre ambos efectos sobre los organismos que utilicen temporalmente el área.

La turbidez y los sólidos suspendidos pueden presentarse de manera recurrente cuando la movilización del material coincida con depósitos húmedos o sectores con presencia de escurrimiento, aunque cada episodio tendrá una duración asociada con las condiciones existentes durante la actividad y no se consideró como una descarga continua de sólidos al agua, en cuanto a los efectos sinérgicos, se consideró principalmente la coincidencia entre ruido, presencia humana y movimiento de maquinaria sobre la fauna, debido a que estas condiciones pueden presentarse simultáneamente durante la operación y producir una perturbación mayor que la generada por una sola de ellas, esta condición se mantiene limitada a los periodos efectivos de trabajo y disminuye cuando cesa la actividad

También puede presentarse una relación entre la extracción, la redistribución temporal del material y la movilización de partículas finas, debido a que estas actividades ocurren sobre las mismas superficies y pueden coincidir durante una jornada de trabajo, especialmente cuando existan condiciones de humedad o escurrimiento
Los impactos acumulativos y sinérgicos identificados se concentran principalmente durante la etapa de operación y permanecen dentro de las condiciones consideradas en la valoración cuantitativa, por lo que su control estará relacionado con el cumplimiento del volumen y superficies autorizadas, la organización de los frentes de extracción, la conservación del camino de acceso y la aplicación de las medidas ambientales establecidas para las actividades realizadas dentro del cauce.

IV.1.14. Impactos residuales

Una vez considerados los impactos identificados y las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento previstas para el proyecto, se analizaron aquellos efectos que pueden permanecer después de aplicar dichas medidas, debido a que algunas modificaciones se encuentran directamente relacionadas con la naturaleza del aprovechamiento y no pueden eliminarse completamente mientras se realice la extracción.

El principal impacto residual corresponde a la modificación de la distribución de los depósitos aluviales, debido a que la extracción implica el retiro físico del material pétreo dentro de las superficies autorizadas, las medidas ambientales pueden limitar la intervención al polígono establecido, controlar la forma en que se realiza el aprovechamiento y evitar afectaciones innecesarias fuera de las áreas de trabajo, aunque no restituyen el material que haya sido efectivamente extraído, sin embargo, los eventos de escurrimiento pueden movilizar materiales y generar nuevos procesos de transporte y depósito de sedimentos dentro del cauce, el transporte y depósito de sedimentos también puede presentar un efecto residual relacionado con la extracción, debido a que el retiro de material modifica localmente la cantidad y distribución de los depósitos disponibles dentro de las superficies intervenidas, en la vegetación asociada a los depósitos aluviales, la remoción puntual de elementos herbáceos y graminoides puede permanecer después de concluir las actividades en las superficies directamente intervenidas, aunque posteriormente puede presentarse un nuevo establecimiento de vegetación cuando existan condiciones adecuadas de sustrato, humedad y estabilidad, por lo que la recuperación dependerá de las condiciones naturales del sitio y no se consideró inmediata

Los efectos relacionados con la calidad del aire y el nivel de ruido no se consideraron residuales debido a que las emisiones y el ruido cesan cuando termina el funcionamiento de la maquinaria y la circulación de vehículos, de manera similar, el desplazamiento de fauna asociado con la presencia de trabajadores y equipos disminuye una vez que desaparecen las fuentes de perturbación, la modificación temporal de la calidad visual asociada con maquinaria, camiones y material colocado sobre la playa tampoco se consideró residual en estos términos, debido a que estos elementos serán retirados al concluir las actividades, aunque permanecerán los cambios visuales relacionados directamente con las superficies donde se haya realizado la extracción, el desgaste que pudiera presentarse sobre el camino de acceso podrá atenderse mediante las actividades de conservación previstas durante el proyecto y mediante la revisión final de sus condiciones, por lo que no se consideró necesariamente como un impacto residual siempre que se realicen las acciones de mantenimiento requeridas, la posible afectación de la calidad del agua por derrames accidentales tampoco se consideró un impacto residual propio de la operación normal, debido a que corresponde a una situación eventual que deberá prevenirse mediante el mantenimiento de la maquinaria fuera del sitio, el manejo adecuado de residuos y la atención inmediata de cualquier fuga o derrame que pudiera presentarse

De acuerdo con el análisis realizado, los impactos con mayor posibilidad de permanecer después de concluir el aprovechamiento corresponden principalmente a la distribución de los depósitos aluviales y al transporte y depósito de sedimentos, mientras que los demás efectos identificados presentan condiciones temporales, recuperables o susceptibles de ser atendidas mediante las medidas ambientales previstas para el proyecto.

IV.1.15. Síntesis de la evaluación de los impactos ambientales

La identificación, descripción y valoración realizadas permitieron establecer que los impactos ambientales del proyecto presentan diferencias de acuerdo con la etapa en la que se generan, la actividad que los origina y el factor ambiental receptor, los mayores valores adversos se concentraron durante la operación debido a que en esta etapa se realiza la extracción de materiales pétreos y se mantiene el movimiento recurrente de maquinaria, material y vehículos

Durante la preparación del sitio predominaron impactos adversos compatibles con valores entre −19 y −21, relacionados principalmente con partículas, ruido, desplazamiento temporal de fauna, vegetación asociada a los depósitos aluviales y cambios visuales, mientras que durante el abandono y restauración los efectos adversos también permanecieron dentro de la categoría compatible debido a su carácter temporal y a que se relacionan principalmente con el retiro de maquinaria y las actividades de limpieza, la operación y mantenimiento concentraron los impactos adversos moderados, entre los cuales la modificación de la distribución de los depósitos aluviales presentó el mayor valor de importancia con −43, seguida por la modificación local del transporte y depósito de sedimentos con −42 y el desgaste del camino de acceso por circulación de camiones con −32, los demás impactos moderados se relacionaron con la calidad del aire, ruido, turbidez y sólidos suspendidos, escurrimiento superficial, presencia y desplazamiento de fauna, hábitat disponible, calidad visual y seguridad, mientras que la remoción puntual de vegetación asociada a los depósitos

aluviales se presentó únicamente durante la preparación del sitio y se clasificó como compatible con un valor de −21.

Los impactos favorables se relacionaron con la generación temporal de empleo e ingresos, disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias, conservación del camino de acceso, manejo adecuado de residuos, aplicación de medidas preventivas, supervisión ambiental y actividades de abandono y restauración, el mayor valor favorable correspondió a la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias con +42, seguido por la generación temporal de empleo e ingresos durante la operación con +32, la valoración no identificó impactos adversos severos ni críticos, ya que los valores obtenidos se mantuvieron por debajo de 50 en términos absolutos, tampoco se realizó compensación numérica entre efectos adversos y positivos o beneficos debido a que cada impacto fue analizado de acuerdo con su propia naturaleza y características, los impactos acumulativos se relacionaron principalmente con la extracción sucesiva del material, el tránsito repetido de camiones y la perturbación recurrente de fauna durante las jornadas de trabajo, mientras que la sinergia se identificó principalmente en la coincidencia de ruido, presencia humana y movimiento de maquinaria sobre la fauna y en la interacción entre extracción, movimiento de materiales y movilización de partículas finas, después de considerar las medidas de prevención, mitigación y seguimiento, los efectos con mayor posibilidad de permanecer corresponden a los cambios en la distribución de los depósitos aluviales y en el transporte y depósito de sedimentos, debido a que se encuentran directamente relacionados con el retiro del material pétreo, mientras que las emisiones, ruido, presencia de maquinaria y desplazamiento temporal de fauna disminuyen al concluir las actividades que los generan

IV.1.16. Conclusiones de la evaluación de los impactos ambientales

La evaluación realizada permitió identificar los impactos ambientales asociados con las actividades previstas durante la preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración, considerando las condiciones ambientales del área de aprovechamiento y la relación específica entre cada actividad y los factores del medio físico, biótico, paisaje y socioeconómico, los resultados muestran que los impactos adversos de mayor importancia se presentan durante la operación, principalmente por la extracción de materiales pétreos mediante maquinaria, debido a que esta actividad interviene directamente sobre los depósitos aluviales y mantiene relación con el transporte y depósito de sedimentos, el escurrimiento superficial, la turbidez, la vegetación asociada a estos depósitos y el hábitat utilizado por la fauna.

La modificación de la distribución de los depósitos aluviales, con un valor de importancia de −43, y la modificación local del transporte y depósito de sedimentos, con −42, constituyeron los impactos adversos con mayor valoración, ambos se clasificaron como moderados y se encuentran directamente relacionados con el retiro del material pétreo dentro de las superficies destinadas al aprovechamiento, el resto de los impactos adversos se clasificó como compatible o moderado, sin registrarse valores correspondientes a las categorías severa o crítica, los efectos sobre la calidad del aire, ruido, turbidez, fauna y paisaje presentan principalmente una manifestación asociada con los periodos efectivos de trabajo, mientras que el desgaste del camino de acceso puede incrementarse por la circulación repetida de los vehículos utilizados para transportar el material, la posible alteración de la calidad del agua por fugas accidentales se mantuvo diferenciada de los efectos propios de la extracción,

debido a que no corresponde a una descarga prevista durante la operación, por lo que su prevención dependerá de las condiciones de la maquinaria, de que su mantenimiento se realice fuera del área del proyecto y del manejo adecuado de combustibles, lubricantes y residuos.

En el medio biótico, la afectación prevista se concentra en la vegetación herbácea y graminoide asociada a los depósitos aluviales que coincida directamente con las superficies de trabajo y en el desplazamiento temporal de fauna durante las jornadas de operación, sin contemplarse el derribo de vegetación forestal ni la intervención de vegetación ubicada fuera de las áreas necesarias para realizar el aprovechamiento, los impactos favorables se relacionan con la generación temporal de empleo e ingresos, la disponibilidad de material pétreo para obras comunitarias, la conservación del camino de acceso y las acciones de prevención, limpieza, manejo de residuos, supervisión y verificación ambiental, estos efectos fueron valorados independientemente y no se utilizaron para reducir los valores correspondientes a los impactos adversos.

La evaluación también identificó que los efectos con mayor posibilidad de permanecer después de concluir las actividades corresponden a los cambios en la distribución de los depósitos aluviales y en el transporte y depósito de sedimentos, debido a que el material efectivamente extraído no será restituido artificialmente, mientras que su evolución posterior dependerá de los procesos naturales de movilización y depósito que ocurran en el Río Molino

IV.1.17. Medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental

A partir de los impactos identificados y de los resultados obtenidos durante su valoración se establecieron las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental aplicables al proyecto, cada medida se relacionó con el factor ambiental sobre el cual actúa y con la etapa en la que deberá aplicarse, manteniendo correspondencia con las actividades consideradas desde la descripción del proyecto y con los impactos evaluados en este capítulo, las medidas se organizaron en las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración, dentro de cada etapa se identificó el factor ambiental atendido, el impacto relacionado y la acción prevista para evitar, disminuir o controlar sus efectos, este procedimiento permite mantener una relación directa entre las actividades del proyecto, los impactos identificados y las medidas establecidas para su atención. (Tabla IV.7).

Tabla IV.7. Medidas de prevención, mitigación y control ambiental por etapa del proyecto

Etapa	Componente / factor ambiental	Medidas de prevención, mitigación y control
Preparación del sitio	Aire: calidad del aire y nivel de ruido	Se controlará la circulación de vehículos y maquinaria dentro del área de trabajo para reducir el levantamiento de partículas. Los equipos permanecerán encendidos únicamente durante el tiempo necesario para desarrollar las actividades previstas. Antes de ingresar al sitio se verificará que la maquinaria se encuentre en condiciones mecánicas adecuadas y que no presente fallas que puedan incrementar las emisiones de gases de combustión o los niveles de ruido. Se evitarán recorridos y maniobras innecesarias dentro del área del proyecto.
	Suelo y depósitos aluviales: distribución de los depósitos aluviales	Antes del inicio de las actividades se delimitará físicamente el polígono autorizado para identificar las superficies donde podrán realizarse los trabajos. La circulación de maquinaria y las actividades de preparación se mantendrán dentro de las superficies previstas. No se realizarán movimientos innecesarios de depósitos aluviales durante esta etapa.
	Agua superficial e hidrología	No se depositarán residuos, combustibles, lubricantes ni materiales ajenos dentro del cauce. Se evitará colocar sustancias o residuos sobre superficies desde las cuales puedan ser arrastrados hacia el agua. No se formarán acumulaciones de materiales que puedan constituir obstáculos para el escurrimiento superficial. Las condiciones del cauce serán observadas durante los trabajos iniciales para evitar intervenciones innecesarias sobre sectores con presencia de agua.
	Vegetación asociada a los depósitos aluviales	La limpieza se limitará exclusivamente a las superficies necesarias para realizar las actividades del proyecto. Únicamente se retirará vegetación herbácea, graminoide o secundaria que coincida directamente con la superficie del polígono autorizaco. La vegetación localizada fuera de estas superficies deberá conservarse. No se realizará el derribo de vegetación forestal. No se ampliarán las áreas de limpieza para disponer de superficies adicionales destinadas a circulación, estacionamiento o maniobras de maquinaria.

		La remoción puntual de vegetación se realizará únicamente durante la preparación del sitio y no volverá a efectuarse durante la operación, mantenimiento o abandono.
	Fauna: presencia y desplazamiento de fauna y hábitat disponible	Antes del ingreso de maquinaria se realizará una revisión visual de las superficies donde se desarrollarán las actividades. Cuando se detecten organismos de lento desplazamiento dentro del área inmediata de intervención se realizará su rescate y reubicación en un sector próximo con condiciones adecuadas. Se evitará intervenir superficies adicionales que puedan funcionar como refugio para fauna. El personal deberá evitar la captura, persecución o afectación intencional de los organismos presentes. Las maniobras comenzarán una vez que se compruebe que no existe fauna expuesta directamente al movimiento de maquinaria.
	Paisaje: calidad visual del sitio	Los letreros y señalamientos se colocarán únicamente en los puntos necesarios para delimitar las áreas de trabajo y mantener condiciones de seguridad. No se permitirá la acumulación de residuos o elementos ajenos al sitio. Los elementos temporales deberán permanecer únicamente durante el periodo en que sean necesarios.
	Seguridad de trabajadores y usuarios del camino	Antes de iniciar las actividades se colocará señalamiento preventivo para advertir sobre la presencia de trabajadores y maquinaria. Se controlará el acceso y circulación dentro del área de aprovechamiento. Las personas ajenas a las actividades no deberán permanecer dentro de las zonas de maniobra. Los operadores deberán verificar que las superficies se encuentren libres de personas antes de iniciar movimientos de maquinaria.
Operación y mantenimiento	Aire: calidad del aire	La maquinaria y los vehículos utilizados deberán mantenerse en condiciones mecánicas adecuadas. El mantenimiento preventivo se realizará fuera del área del proyecto en talleres mecánicos de la localidad de Nuevo Zoquiápam. La velocidad de circulación de los camiones será controlada, principalmente sobre superficies secas donde pueda generarse polvo. Los camiones evitarán condiciones de sobrecarga y pérdida de material durante el recorrido. Se colocarán lonas para qe no exista posibilidad de dispersión del material transportado se utilizarán medidas para mantenerlo dentro de la caja del vehículo. La maquinaria permanecerá apagada cuando no se encuentre realizando actividades de extracción, carga o maniobra.
	Aire: nivel de ruido	La operación de maquinaria y vehículos se realizará dentro de los horarios establecidos para las jornadas de trabajo.

		No se mantendrán equipos funcionando durante periodos en los que no se encuentren realizando actividades. Los sistemas de escape y componentes mecánicos deberán conservarse en condiciones adecuadas. Los equipos que presenten ruidos anormales relacionados con deficiencias mecánicas deberán ser revisados antes de continuar su operación. Las bocinas se utilizarán únicamente cuando sean necesarias para advertir sobre movimientos de maquinaria o prevenir accidentes.
	Suelo y depósitos aluviales: distribución de los depósitos aluviales	La extracción se realizará exclusivamente dentro del polígono autorizado. Se respetarán las superficies, profundidades y volúmenes establecidos para el aprovechamiento. No se efectuarán excavaciones adicionales fuera de las superficies consideradas en el proyecto. La maquinaria circulará únicamente por los sectores necesarios para acceder a los puntos de extracción y carga. Se evitarán desplazamientos innecesarios sobre otros depósitos aluviales y sobre las márgenes. La colocación del material sobre la playa será temporal y se limitará al periodo necesario para efectuar su carga y transporte.
	Agua superficial: calidad del agua	Antes del ingreso de maquinaria se realizará una revisión visual para identificar fugas de combustible, aceite, lubricantes o fluidos hidráulicos. Los equipos que presenten fugas no ingresarán al área hasta que la condición haya sido corregida. No se realizarán cambios de aceite, reparaciones mecánicas, lavado de maquinaria ni mantenimiento preventivo dentro del cauce. No se almacenarán combustibles, aceites o lubricantes dentro del área de aprovechamiento. No se permitirá el vertimiento de residuos sólidos, combustibles, aceites, aguas residuales u otras sustancias hacia el cauce. Los materiales utilizados para contener derrames serán retirados del sitio y recibirán el manejo correspondiente.
	Agua superficial: turbidez y sólidos suspendidos	Cuando las condiciones del sitio lo permitan se evitarán maniobras directamente sobre sectores con flujo superficial. El material extraído no será colocado directamente dentro del flujo de agua. No se empujarán sedimentos, materiales finos o residuos de extracción hacia el agua.
	Hidrología superficial: escurrimiento superficial	La extracción y la colocación temporal del material se realizarán evitando formar obstáculos que interrumpan el escurrimiento. Durante las jornadas de trabajo se observarán las condiciones del cauce.

	Hidrología superficial: transporte y depósito de sedimentos	La extracción permanecerá dentro de los volúmenes y superficies autorizados. El material colocado temporalmente sobre la playa será retirado conforme avance su transporte. Se evitará mantener acumulaciones durante periodos mayores a los necesarios. La supervisión verificará que no se generen acumulaciones derivadas de las actividades que puedan modificar localmente el transporte de sedimentos durante los eventos de escurrimiento.
	Fauna: presencia y desplazamiento	Antes de iniciar las maniobras se realizará una revisión visual de las superficies inmediatas de trabajo. Los organismos con capacidad de desplazamiento podrán retirarse por sus propios medios y no deberán ser perseguidos. Cuando se localicen organismos de lento desplazamiento dentro de una superficie donde deba ingresar maquinaria se suspenderá temporalmente la maniobra. En caso de observarse una especie de fauna durante esta etapa se realizará su rescate y reubicación. Se prohibirá al personal capturar, perseguir, lastimar o sacrificar fauna silvestre. No se dejarán residuos orgánicos que puedan atraer animales hacia las zonas de maquinaria. La velocidad de los vehículos será controlada para disminuir el riesgo de atropellamiento.
	Fauna: hábitat disponible	La maquinaria y el personal se mantendrán dentro de las superficies necesarias para desarrollar las actividades. Se evitará ingresar innecesariamente a las márgenes y otros sectores que puedan servir como refugio. No se retirarán piedras, troncos, vegetación u otros elementos naturales fuera del área directamente requerida. La colocación temporal de material se limitará a las superficies establecidas. No se utilizarán áreas adicionales como almacenamiento temporal. Al terminar cada jornada se retirarán residuos, recipientes y materiales que puedan representar obstáculos o riesgos para los organismos presentes.
	Paisaje: calidad visual del sitio	Las superficies utilizadas para extracción, carga y colocación temporal se mantendrán ordenadas. El material extraído permanecerá sobre la playa únicamente durante el tiempo requerido para su carga y transporte. No se abandonarán llantas, recipientes, piezas de maquinaria u otros elementos ajenos al sitio. La maquinaria y los vehículos permanecerán dentro del área únicamente mientras sean necesarios para las actividades.
	Camino de acceso	Se utilizará únicamente el camino de acceso existente. La circulación se mantendrá dentro de la superficie destinada al tránsito. Se realizarán inspecciones para identificar deterioros relacionados con el tránsito de los vehículos del proyecto. No se colocarán materiales, residuos o maquinaria que obstruyan el tránsito.

		La velocidad será controlada para reducir polvo, desgaste y riesgos para otros usuarios.
	Seguridad de trabajadores y usuarios del camino	Las zonas donde opere maquinaria permanecerán delimitadas y señalizadas. Los camiones iniciarán su desplazamiento únicamente después de concluir la carga y comprobar que el material se encuentre colocado adecuadamente. Se mantendrá señalamiento preventivo en los puntos donde exista circulación de maquinaria y vehículos. Los operadores respetarán las rutas establecidas y mantendrán una velocidad adecuada.
	Manejo de residuos	Los residuos sólidos generados por los trabajadores se depositarán temporalmente en recipientes adecuados. Los residuos serán retirados periódicamente del sitio. No se permitirá su abandono sobre los depósitos aluviales, dentro del cauce o en las márgenes. Quedará prohibida la quema y el entierro de residuos. Los materiales que hayan tenido contacto con aceites, combustibles o lubricantes se mantendrán separados de los residuos comunes y recibirán el manejo correspondiente. La limpieza del área se realizará periódicamente durante la operación y no únicamente al finalizar el aprovechamiento.
	Supervisión y seguimiento ambiental	Se verificará periódicamente que la extracción permanezca dentro del polígono y de las superficies autorizadas. Se revisarán las condiciones de la maquinaria y la posible presencia de fugas. Se comprobará el manejo adecuado de residuos y la ubicación temporal del material. Las observaciones y acciones realizadas se documentarán mediante bitácora y registro fotográfico.
Abandono y restauración	Aire: calidad del aire y nivel de ruido	El retiro de maquinaria se realizará utilizando el camino existente. Se reducirán recorridos y maniobras innecesarias dentro del área de aprovechamiento. Los vehículos deberán encontrarse en condiciones mecánicas adecuadas. Los motores permanecerán encendidos únicamente durante el tiempo requerido para el retiro.
	Suelo y depósitos aluviales: distribución de los depósitos aluviales	Al concluir la extracción se verificará que no permanezcan acumulaciones generadas por las maniobras de carga o colocación temporal. La limpieza final no implicará movimientos adicionales de depósitos aluviales que no sean necesarios para retirar residuos o elementos derivados del proyecto. No se utilizará material procedente de otros sitios para rellenar las superficies aprovechadas. No se realizará una redistribución general del material con la finalidad de reproducir artificialmente las condiciones previas. Se verificará que las actividades hayan permanecido dentro del polígono autorizado.

		La evolución posterior de los depósitos quedará relacionada con la dinámica natural de transporte y sedimentación del cauce.
	Agua superficial: calidad del agua	La limpieza final incluirá residuos sólidos, recipientes y otros materiales generados por el proyecto. No se realizará el lavado de maquinaria, recipientes o materiales dentro del cauce. Se inspeccionarán las superficies próximas al agua para identificar residuos, manchas o películas superficiales atribuibles a las actividades. Cualquier condición detectada atribuible al proyecto deberá atenderse antes del cierre.
	Agua superficial: turbidez y sólidos suspendidos	No se depositarán residuos derivados de las maniobras dentro del agua. No se realizarán movimientos adicionales de material pétreo únicamente para modificar la apariencia final del área. Cuando exista escurrimiento se evitarán maniobras que puedan empujar sedimentos hacia el flujo. Las actividades finales se concentrarán en retirar elementos derivados del proyecto sin generar una nueva alteración innecesaria de los depósitos aluviales.
	Hidrología superficial: escurrimiento superficial	Se verificará que no permanezcan acumulaciones de material, residuos o elementos temporales que puedan representar obstáculos para el escurrimiento. Los señalamientos, recipientes y equipos temporales serán retirados cuando dejen de ser necesarios. La inspección final incluirá la revisión de las superficies donde pueda presentarse flujo para comprobar que permanezcan libres de elementos derivados de las actividades.
	Hidrología superficial: transporte y depósito de sedimentos	No deberán permanecer acumulaciones generadas exclusivamente por las maniobras de carga y almacenamiento temporal. No se trasladarán depósitos aluviales entre diferentes sectores con la finalidad de modificar artificialmente su distribución. La evolución posterior de los depósitos se dejará sujeta a la dinámica natural del cauce, sin asumir que la distribución previa se restablecerá inmediatamente.
	Fauna: presencia, desplazamiento y hábitat disponible	Antes del retiro de maquinaria se revisarán las áreas inmediatas de maniobra para detectar fauna de lento desplazamiento. Durante la limpieza no se retirarán piedras, troncos, vegetación u otros elementos naturales ubicados fuera de las superficies intervenidas.
	Paisaje: calidad visual del sitio	Se retirarán maquinaria, equipo, recipientes, residuos, señalamientos temporales y demás elementos utilizados durante la operación que no deban permanecer en el sitio. La limpieza se realizará sobre las superficies utilizadas por el proyecto. No se dejarán montículos de residuos, llantas, piezas de maquinaria, envases o materiales impregnados con hidrocarburos.

		La verificación final incluirá la revisión de las condiciones visuales del área. Se comprobará que los elementos temporales asociados con el aprovechamiento hayan sido retirados.
	Camino de acceso	No se ampliará el camino durante las actividades finales. Después del retiro de los equipos se comprobará que el camino permanezca libre de residuos, materiales pétreos u otros elementos que dificulten su utilización.
	Seguridad de trabajadores y usuarios del camino	El retiro de maquinaria se realizará de manera ordenada. Se evitará la presencia de personas dentro del radio de operación de los equipos. Los señalamientos temporales serán retirados únicamente cuando hayan concluido las actividades que justificaron su instalación. Al finalizar se verificará que no permanezcan residuos, materiales u otros elementos derivados del proyecto que puedan representar riesgos para trabajadores o usuarios del camino.
	Manejo de residuos y limpieza final	Todos los residuos generados durante el abandono serán recolectados y retirados. No se permitirá su quema, entierro o disposición dentro del cauce o sobre sus márgenes. La limpieza deberá concluir antes de considerar terminadas las actividades de abandono.
	Verificación ambiental final	Se realizará un recorrido final por el polígono de aprovechamiento y el camino de acceso. Se revisará la distribución de los depósitos aluviales, la calidad del agua, la presencia de residuos, las condiciones del escurrimiento y el transporte de sedimentos. Se comprobarán las condiciones de la vegetación, fauna, paisaje, camino de acceso y seguridad. Las condiciones observadas se documentarán mediante una bitácora de cierre y registro fotográfico. Cuando se identifique una condición atribuible al proyecto que pueda corregirse mediante limpieza, retiro de residuos, conservación del acceso u otra medida prevista, deberá atenderse antes de considerar concluidas las actividades.

IV.1.18. Programa de seguimiento y vigilancia ambiental

El seguimiento ambiental se realizará durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración, tomando como referencia las medidas establecidas para cada factor ambiental y las actividades incluidas en el programa de trabajo, su aplicación tendrá como finalidad verificar que las actividades se mantengan dentro de las condiciones previstas para el proyecto y detectar oportunamente situaciones que requieran corrección, el seguimiento se concentrará principalmente en los factores que presentaron interacción con las actividades del proyecto y en aquellos que obtuvieron los mayores valores durante la evaluación, particularmente la distribución de los depósitos aluviales, calidad del agua, turbidez y sólidos suspendidos, escurrimiento superficial, transporte y depósito de sedimentos, vegetación asociada a los depósitos aluviales, fauna, condiciones del camino de acceso y seguridad.

El seguimiento ambiental se realizará durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración, considerando los componentes y factores ambientales relacionados con las actividades del proyecto y las medidas establecidas para cada etapa, como se presenta en la tabla siguiente. (Tabla IV.8).

Tabla IV.8. Seguimiento ambiental por etapa, componente y factor ambiental

Etapa	Componente / factor ambiental	Seguimiento ambiental
Preparación del sitio	Aire: calidad del aire y nivel de ruido	Verificación visual de emisiones anormales, generación de polvo y funcionamiento innecesario de maquinaria y vehículos.
	Suelo y depósitos aluviales: distribución de los depósitos aluviales	Verificación de la delimitación del polígono y de que la limpieza inicial permanezca dentro de las superficies previstas.
	Agua superficial e hidrología	Revisión de la presencia de residuos, combustibles, lubricantes, acumulaciones que interfieran con el escurrimiento y cambios visibles de turbidez.
	Vegetación: vegetación asociada a los depósitos aluviales	Verificación de que la única remoción puntual de vegetación se limite a las superficies requeridas, sin derribo de vegtacion forestal ni afectación de vegetación fuera de estas áreas.
	Fauna: presencia y desplazamiento de fauna y hábitat disponible	Revisión previa de las superficies y registro de los rescates y reubicaciones de fauna que, en su caso, se realicen.

	Paisaje y seguridad	Verificación de la delimitación y señalización de las áreas de trabajo y de la ausencia de residuos y elementos innecesarios.
Operación y mantenimiento	Aire: calidad del aire y nivel de ruido	Verificación de emisiones anormales, generación de polvo, ruido y condiciones visibles de operación de maquinaria y vehículos.
	Suelo y depósitos aluviales: distribución de los depósitos aluviales	Verificación de que la extracción y colocación temporal del material permanezcan dentro de las superficies previstas, mediante recorridos, registro fotográfico y bitácora ambiental.
	Agua superficial: calidad del agua	Inspección visual para detectar fugas, manchas o indicios de derrames asociados con maquinaria y vehículos.
	Agua superficial: turbidez y sólidos suspendidos	Observación de cambios visibles de turbidez durante la extracción y movilización del material.
	Hidrología superficial: escurrimiento superficial y transporte y depósito de sedimentos	Verificación de la ausencia de bordos, obstrucciones, acumulaciones y redistribución artificial del material. Revisión de las superficies después de eventos de escurrimiento.
	Vegetación: vegetación asociada a los depósitos aluviales	Verificación de que no se realicen nuevas remociones de vegetación y de que la maquinaria permanezca dentro de las superficies previamente acondicionadas.
	Fauna: presencia y desplazamiento de fauna y hábitat disponible	Observación de fauna durante las jornadas de trabajo y registro de los rescates y reubicaciones que resulten necesarios.
	Paisaje: calidad visual del sitio	Revisión del orden y limpieza de las superficies y de la permanencia temporal del material pétreo.
	Camino de acceso: condiciones del camino existente	Recorridos para identificar deterioros atribuibles al tránsito del proyecto.
	Seguridad: trabajadores y usuarios del camino	Verificación del señalamiento, delimitación de áreas de maniobra, control de velocidad y condiciones de circulación.

Abandono y restauración	Aire y ruido	Verificación de las condiciones de los vehículos durante el retiro de maquinaria y del cese de las fuentes asociadas con la operación.
	Depósitos aluviales e hidrología	Revisión final de las superficies intervenidas y verificación de la ausencia de acumulaciones u obstáculos que interfieran con el escurrimiento.
	Agua superficial	Inspección visual para detectar residuos, manchas de hidrocarburos u otros indicios atribuibles al proyecto.
	Vegetación y fauna	Verificación de que no se realicen nuevas remociones de vegetación y de que no permanezcan residuos o elementos que representen obstáculos para la fauna.
	Paisaje, camino de acceso y seguridad	Verificación del retiro de maquinaria, equipo, residuos y señalamientos, así como revisión de las condiciones finales del camino de acceso.

IV.1.18.1. Registro y medios de verificación

El seguimiento se documentará mediante una bitácora ambiental, en la que se registrarán las inspecciones realizadas, fecha, etapa del proyecto, actividad observada, factor ambiental revisado, condición encontrada y, cuando corresponda, la medida correctiva aplicada, este registro podrá complementarse con fotografías fechadas de las superficies de extracción, condiciones del agua, camino de acceso, manejo de residuos, vegetación y demás elementos que requieran seguimiento, cuando se detecte el incumplimiento de una medida ambiental o una condición distinta a la prevista se registrará la observación y se realizará la corrección correspondiente, en los casos donde continuar una actividad pueda incrementar la afectación se suspenderá la maniobra específica hasta atender la condición detectada.

La supervisión se mantendrá durante las etapas del proyecto y concluirá con la verificación ambiental final del sitio, dejando registro de las condiciones en que permanezcan las superficies aprovechadas, el camino de acceso y los factores ambientales relacionados con las actividades realizadas, a partir de los factores ambientales considerados en la evaluación y de las medidas establecidas para cada etapa del proyecto, se definieron indicadores de seguimiento que permitirán verificar de manera directa las condiciones observadas durante la preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración, los indicadores se basan principalmente en observaciones de campo, registros de la bitácora ambiental y evidencia fotográfica. (Tabla IV.9).

Tabla IV.9. Indicadores de seguimiento ambiental

Factor ambiental	Indicador	Criterio de seguimiento
Calidad del aire	Presencia de emisiones visibles y generación de polvo	Ausencia de emisiones anormales y aplicación de medidas de control cuando se observe generación de polvo
Nivel de ruido	Condiciones de operación de maquinaria y vehículos	Ausencia de ruidos anormales asociados con fallas mecánicas y funcionamiento únicamente durante las actividades
Distribución de depósitos aluviales	Superficie intervenida dentro del polígono	Extracción limitada a las superficies previstas y ausencia de excavaciones o

		acumulaciones fuera del área de aprovechamiento
Calidad del agua	Presencia de residuos, manchas o fugas de hidrocarburos	Ausencia de residuos y fugas dentro del cauce y atención inmediata de cualquier derrame
Turbidez y sólidos suspendidos	Cambios visibles de turbidez durante las actividades	Ausencia de incrementos persistentes atribuibles directamente a las maniobras
Escurrimiento superficial	Presencia de obstáculos generados por las actividades	Ausencia de bordos o acumulaciones que interfieran con el flujo
Transporte y depósito de sedimentos	Distribución del material dentro de las superficies de trabajo	Ausencia de redistribución artificial fuera de las áreas previstas
Vegetación asociada a depósitos aluviales	Superficie intervenida durante la limpieza inicial y ausencia de nuevas remociones durante las etapas posteriores	Remoción puntual limitada a las superficies necesarias durante la preparación del sitio. Ausencia de nuevas remociones durante operación y mantenimiento y abandono y restauración
Presencia y desplazamiento de fauna	Registro de fauna observada y organismos reubicados	Ausencia de afectación directa y registro de los rescates realizados cuando sean necesarios
Hábitat disponible para fauna	Intervención de superficies adicionales	Ausencia de ocupación innecesaria de sectores fuera del área de trabajo
Calidad visual del sitio	Presencia de residuos y acumulaciones temporales	Superficies de trabajo ordenadas y retiro periódico de residuos
Condiciones del camino de acceso	Estado físico del camino utilizado	Identificación y atención de deterioros atribuibles al tránsito del proyecto
Seguridad de trabajadores y usuarios	Señalamiento y condiciones de circulación	Señalamiento presente y áreas de maniobra delimitadas durante las actividades

Los indicadores se revisarán durante los recorridos de seguimiento y se registrarán en la bitácora ambiental cuando se detecten condiciones que requieran atención, la frecuencia de revisión dependerá del factor y de la actividad desarrollada, por lo que algunos indicadores serán observados durante cada jornada de trabajo, mientras que otros podrán revisarse periódicamente o después de eventos específicos, como lluvias o incrementos del escurrimiento, la interpretación de los indicadores considerará las características naturales del cauce, los cambios en la distribución de los depósitos aluviales, escurrimiento y transporte de sedimentos pueden presentarse como consecuencia de eventos hidrológicos, por lo que su observación deberá diferenciar las modificaciones asociadas con las actividades del proyecto de aquellas generadas por la dinámica natural.

IV.1.19. Escenario ambiental con la aplicación de las medidas

A partir de la identificación y valoración de los impactos ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y control propuestas, se analizó el escenario esperado durante el desarrollo del proyecto y después de su conclusión, considerando las modificaciones que permanecerán asociadas directamente con el aprovechamiento y aquellas que disminuirán o cesarán al concluir las actividades.

IV.1.19.1. Preparación del sitio

Durante la preparación del sitio las modificaciones ambientales estarán relacionadas principalmente con la delimitación del polígono, instalación de señalamientos, ingreso inicial de maquinaria, limpieza de las superficies necesarias y remoción puntual de vegetación herbácea, graminoide o secundaria, as emisiones de gases de combustión, generación de partículas y ruido se presentarán únicamente durante las actividades y disminuirán al concluir las maniobras, mientras que la delimitación previa del polígono permitirá mantener la intervención dentro de las superficies previstas, en relación con el agua superficial y la hidrología, la aplicación de las medidas evitará la disposición de residuos, combustibles, lubricantes y otros materiales dentro del cauce, así como la formación de acumulaciones que puedan interferir con el escurrimiento, cuando exista agua en las superficies de trabajo se evitarán movimientos innecesarios de materiales que puedan incrementar la turbidez, la modificación de la vegetación se concentrará exclusivamente en esta etapa y corresponderá a la remoción puntual de vegetación herbácea, graminoide o secundaria localizada directamente en las superficies necesarias para las actividades, sin considerar el derribo de vegetación forestal ni la intervención de vegetación ubicada fuera de estas superficies, una vez concluida la limpieza inicial, no se realizará una nueva remoción de vegetación durante las etapas posteriores del proyecto, la revisión previa de las superficies y el rescate y reubicación de organismos de lento desplazamiento, cuando resulte necesario, reducirán el riesgo de afectación directa sobre la fauna, mientras que la delimitación y señalización de las áreas de trabajo permitirán mantener las actividades dentro de los sitios previstos.

IV.1.19.2. Operación y mantenimiento

Durante la operación se concentrarán las principales modificaciones ambientales debido a la extracción de materiales pétreos, colocación temporal sobre la playa, carga y transporte, por lo que las medidas propuestas se orientan principalmente a mantener las actividades dentro de las superficies previstas y controlar los efectos asociados con el funcionamiento de maquinaria y vehículos, las emisiones de gases, partículas y ruido permanecerán mientras opere la maquinaria y circulen los vehículos, pero disminuirán cuando con las medidas de mitigación aplicadas, la revisión de los equipos, el control de velocidad y el mantenimiento preventivo fuera del área del proyecto reducirán la posibilidad de que estos efectos alcancen condiciones mayores a las previstas, la modificación de la distribución de los depósitos aluviales permanecerá como el principal cambio físico asociado con el proyecto debido a que la extracción implica el retiro directo del material, las medidas establecidas limitan la intervención al polígono y superficies previstas y evitan excavaciones o movimientos adicionales fuera del área de aprovechamiento, para el agua superficial se mantendrán medidas dirigidas a evitar fugas, derrames y disposición de residuos, así como a reducir la movilización innecesaria de materiales finos cuando las actividades coincidan con sectores húmedos o con presencia de escurrimiento, la inspección de maquinaria y la atención inmediata de cualquier fuga permitirán reducir el riesgo de afectación a la calidad del agua.

El escurrimiento superficial se mantendrá libre de obstáculos generados por las actividades y no se formarán acumulaciones para modificar artificialmente el flujo, mientras que la colocación temporal del material se limitará al periodo requerido para su carga y transporte, después de eventos de escurrimiento podrán presentarse cambios naturales en la distribución de los depósitos aluviales, por lo que antes de reiniciar las actividades se revisarán las condiciones del área para diferenciar estos cambios de aquellos relacionados directamente con el aprovechamiento.

La fauna podrá presentar desplazamiento temporal por la presencia de maquinaria, vehículos y trabajadores, por lo que se mantendrán las medidas de revisión de las superficies, rescate y reubicación cuando resulte necesario y control de las actividades dentro de las áreas previstas, la calidad visual permanecerá temporalmente modificada por la presencia de maquinaria, vehículos y material pétreo colocado sobre la playa, mientras que la limpieza periódica y el retiro del material conforme avance la carga y transporte evitarán acumulaciones innecesarias, en el medio socioeconómico permanecerán los efectos favorables relacionados con el empleo temporal, los ingresos asociados con las actividades y la disponibilidad del material para obras comunitarias, mientras que la conservación del camino y el señalamiento permitirán mantener las condiciones de circulación y seguridad durante el transporte.

IV.1.19.3. Abandono y restauración

Durante el abandono se retirarán la maquinaria, equipo y residuos asociados con las actividades, por lo que cesarán las emisiones, el ruido y la perturbación relacionada con la presencia continua de trabajadores y vehículos, las superficies donde se realizó la extracción conservarán modificaciones en la distribución de los depósitos aluviales, cuya evolución posterior dependerá de los procesos naturales de transporte y depósito de sedimentos, no se realizarán movimientos adicionales de material para modificar artificialmente estas superficies, la limpieza final permitirá retirar residuos y elementos temporales y verificar que no permanezcan obstáculos que interfieran con el escurrimiento, también se revisarán las superficies próximas al agua para identificar y atender cualquier condición atribuible a las actividades antes de concluir el abandono, durante esta etapa no se realizará una nueva remoción de vegetación, por lo que el retiro de maquinaria se efectuará utilizando las superficies previamente acondicionadas y evitando la intervención de sectores con vegetación que hayan permanecido sin afectación durante las etapas anteriores, la disminución de la presencia de maquinaria y trabajadores reducirá las fuentes temporales de perturbación para la fauna, mientras que el retiro de equipos, residuos y elementos temporales reducirá las modificaciones visuales asociadas con el proyecto, se revisarán las condiciones del camino de acceso y se atenderán los deterioros atribuibles al tránsito del proyecto antes de concluir las actividades.

IV.1.20. Pronóstico ambiental

El pronóstico ambiental se estableció a partir de los impactos identificados y valorados, así como de las medidas de prevención, mitigación y control propuestas para las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración. el análisis considera las condiciones esperadas durante el desarrollo de las actividades y después de su conclusión, durante la preparación del sitio se presentarán modificaciones temporales relacionadas con el ingreso de maquinaria, generación de emisiones y ruido, delimitación de las superficies de trabajo y limpieza inicial, la remoción puntual de vegetación herbácea, graminoide o secundaria se realizará únicamente en las superficies necesarias para el desarrollo de las actividades y quedará limitada a esta etapa, la revisión previa de las superficies permitirá identificar la presencia de fauna de lento desplazamiento antes del ingreso de maquinaria y realizar su rescate y reubicación cuando resulte necesario, mientras que la delimitación del polígono permitirá mantener las actividades dentro de las superficies previstas, durante la operación y mantenimiento se concentrarán las principales modificaciones ambientales debido a la extracción y manejo del material pétreo, la

distribución de los depósitos aluviales presentará cambios dentro de las superficies aprovechadas y la extracción podrá relacionarse con modificaciones locales en el transporte y depósito de sedimentos.

La aplicación de las medidas mantendrá la extracción dentro del polígono y evitará movimientos adicionales de material fuera de las superficies previstas, así como la formación de bordos o acumulaciones que interfieran con el escurrimiento. La colocación temporal del material sobre la playa se mantendrá únicamente durante el tiempo requerido para su carga y transporte, la calidad del agua estará sujeta principalmente al riesgo de fugas accidentales y a la movilización temporal de materiales finos durante las maniobras, por lo que la inspección de maquinaria, el manejo de residuos y la corrección de actividades que generen incrementos visibles de turbidez permitirán reducir estos efectos.

Durante la operación y mantenimiento las actividades deberán permanecer dentro de las superficies previamente acondicionadas y se evitará el ingreso de maquinaria a sectores con vegetación no intervenida, la fauna podrá desplazarse temporalmente hacia sectores próximos debido a la presencia de maquinaria, vehículos y trabajadores, pero la aplicación de las medidas de revisión, rescate y control de las superficies de trabajo reducirá el riesgo de afectación directa, las modificaciones en la calidad visual permanecerán mientras se encuentren maquinaria, vehículos y material temporal dentro del área, mientras que los efectos favorables sobre empleo, ingresos y disponibilidad del material para obras comunitarias estarán relacionados con el periodo de operación.

Durante el abandono y restauración se retirarán la maquinaria, equipo, residuos y elementos temporales, con lo que cesarán las emisiones, el ruido y la perturbación asociada con las actividades, las superficies donde se realizó la extracción conservarán modificaciones en la distribución de los depósitos aluviales y su evolución posterior dependerá de la dinámica natural del cauce.

El retiro de maquinaria se efectuará utilizando las superficies previamente acondicionadas y evitando la intervención de sectores con vegetación que hayan permanecido fuera de las áreas utilizadas durante el proyecto, la limpieza final permitirá retirar residuos y elementos temporales y verificar que no permanezcan obstáculos para el escurrimiento, mientras que la revisión del camino permitirá identificar y atender los deterioros atribuibles al tránsito generado por el proyecto, después de concluir las actividades permanecerán principalmente las modificaciones físicas relacionadas con la extracción de los depósitos aluviales, mientras que los efectos asociados con el funcionamiento de maquinaria, generación de emisiones, ruido, tránsito y presencia de trabajadores disminuirán o cesarán al desaparecer las actividades que los originan.

En las superficies donde se realizó la remoción puntual de vegetación durante la preparación del sitio podrá presentarse posteriormente el establecimiento natural de vegetación herbácea o graminoide, sin que durante la operación y mantenimiento o el abandono y restauración se efectúen nuevas remociones, el escenario posterior al aprovechamiento estará determinado por las condiciones en que permanezcan las superficies intervenidas después del retiro de maquinaria y limpieza final y por la dinámica natural del cauce sobre la distribución de los

depósitos aluviales, el escurrimiento y el transporte de sedimentos, el escenario posterior al aprovechamiento dependerá de la dinámica natural del cauce y de la recuperación

IV.1.21. Vinculación entre los impactos ambientales, las medidas y el seguimiento

La relación entre los impactos identificados, las medidas de prevención, mitigación y control y las actividades de seguimiento permite establecer la forma en que serán atendidos los efectos ambientales durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento y abandono y restauración, durante la preparación del sitio, las medidas se concentrarán en mantener las actividades dentro de las superficies previstas, controlar las emisiones y el ruido asociados con el ingreso de maquinaria, evitar afectaciones al agua y al escurrimiento, limitar la limpieza a las superficies necesarias y reducir el riesgo de afectación directa sobre la fauna, el seguimiento permitirá verificar estas condiciones mediante recorridos, bitácora ambiental y registro fotográfico.

En esta etapa se realizará la única remoción puntual de vegetación prevista para el proyecto, limitada a vegetación herbácea, graminoide o secundaria ubicada directamente en las superficies necesarias para las actividades, el seguimiento verificará que la intervención permanezca dentro de estas superficies y que no se realice derribo de vegetación forestal ni afectación innecesaria de vegetación localizada fuera de ellas, durante la operación y mantenimiento, las medidas estarán dirigidas principalmente al control de las actividades de extracción, colocación temporal, carga y transporte del material, así como al funcionamiento de maquinaria y vehículos. Para la distribución de los depósitos aluviales se verificará que la extracción permanezca dentro del polígono y de las superficies previstas y que no se generen acumulaciones permanentes sobre la playa.

Para la calidad del agua se realizarán inspecciones de la maquinaria con el propósito de identificar fugas de combustibles, aceites o fluidos hidráulicos y se revisarán las superficies donde permanezcan temporalmente los equipos, cuando se detecte una fuga, la maquinaria no deberá continuar operando dentro del área hasta que la condición haya sido atendida, en relación con la turbidez y los sólidos suspendidos, se observarán las condiciones del agua durante las maniobras y, cuando se identifique un incremento visible relacionado directamente con la extracción o movilización del material, se revisará la forma en que se desarrolla la actividad y se aplicarán las correcciones necesarias.

Para el escurrimiento superficial y el transporte y depósito de sedimentos se verificará que la extracción y la colocación temporal del material no generen bordos, obstrucciones o acumulaciones que interfieran con el flujo y que el material no sea redistribuido hacia otros sectores con la finalidad de modificar artificialmente las condiciones del cauce, durante la operación y mantenimiento se evitará el ingreso de maquinaria a sectores con vegetación que no hayan sido intervenidos durante la preparación del sitio y mantener las actividades dentro de las superficies previamente acondicionadas, para la fauna se mantendrá la revisión de las superficies antes del ingreso de maquinaria y se realizarán rescates y reubicaciones cuando resulten necesarios, también se verificará que no se realicen actividades de captura, persecución o afectación de organismos durante las jornadas de trabajo, el seguimiento de la calidad visual se realizará mediante la revisión del orden y limpieza de las superficies utilizadas, mientras que para el camino de acceso se observarán las condiciones derivadas del tránsito de los vehículos y se atenderán los deterioros atribuibles al proyecto. Para la

seguridad se verificará la permanencia de los señalamientos, delimitación de las áreas de maniobra y condiciones de circulación.

Durante el abandono y restauración, las medidas se concentrarán en el retiro de maquinaria, equipo, residuos y elementos temporales y en la revisión final de las superficies utilizadas. Se verificará que no permanezcan acumulaciones de material u obstáculos generados por las actividades que puedan interferir con el escurrimiento, la inspección final incluirá la revisión del agua y de las superficies próximas para identificar residuos, manchas de hidrocarburos u otras condiciones atribuibles al proyecto, también se comprobará que no permanezcan residuos o elementos que puedan representar obstáculos para la fauna y se revisarán las condiciones finales del camino de acceso, la vinculación entre impactos, medidas y seguimiento mantiene así la correspondencia con las actividades consideradas para cada etapa.