
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD: PARTICULAR
PROYECTO: “CENTRO DE PROCESAMIENTO RESPONSABLE LAS FLORES”
LA PAZ, B.C.S. 2026

Índice

Capitulo I 7

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 7
I.1. Proyecto 7
I.1.1 Nombre del proyecto 7
I.1.2 Ubicación del proyecto 7
I.1.3 Tiempo de vida del proyecto 7
I.1.4 Presentación de la documentación legal 7
I.2. Promovente 7
I.2.1 Nombre o razón social. 8
I.2.2. R. F. C. 8
I.2.3.- Representante legal (nombre, cargo, RFC y CURP) 8
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 8
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 8
I.3.1 Nombre o razón social 8
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 8
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 8
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 8

Capítulo II 9

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9
II.1 Información general del proyecto 19
II.1.1 Naturaleza del proyecto 19
II.1.2 Selección del sitio 19
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 22
II.1.4 Inversión requerida 25
II.1.5 Dimensiones del proyecto 25
II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 26
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 26
II.2 Caracteristicas particulares del proyecto 27
II.2.1 Programa general de trabajo 47
II.2.2 Preparación del sitio 47
II.2.3 Construcción de obras mineras 48
II.2.4 Construcción de obras asociadas o provisionales 49
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento 49
II.2.6 Etapa de abandono del sitio (post-operación) 50
II.2.7 Utilización de explosivo 51
II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 51
II.2.9 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos 56

Capítulo III 58

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO 58

III.1 Análisis de los instrumentos de planeación, marco jurídico e instrumentos de política ambiental 58
III.2 Ámbito internacional 58
III.3 Ámbito Federal 61
III.4 Normas Oficiales Mexicanas aplicables 67
III.5 Ámbito estatal (Baja California Sur) 69
III.6 Ámbito municipal (la Paz) 70
III.7 Áreas Naturales Protegidas 72
III.8 Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 73
III.9 Regiones terrestres prioritarias (CONABIO) 73
III.10 Marco de planeación 74
III.10.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 74
III.10.2 Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027 75

Capítulo IV 77

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL 77
IV.1 Delimitación del área de estudio 77
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental 77
IV.2.1 Aspectos abióticos 77
IV.2.1.1 Clima 77
IV.2.1.2 Geología y Geomorfología 90
IV.2 1.3 Suelos 96
IV.2.1.4 Geohidrología e hidrología superficial y subterranea 98
IV.2.2 Aspectos bióticos 102
IV.2.2.1 Vegetación terrestre 102
IV.2 .2.2 Fauna 110
IV.2.3 Paisaje 120
IV.2.4 Medio Socioeconómico 120
IV.2.4.1 Demografía 120
IV.2.4.2 Factores socioculturales 137

Capítulo V 142

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 142
V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales 142
V.1.1 Indicadores de impacto 142
V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto 142
V.1.3 Descripción de los impactos identificados en el proyecto 143
V.1.3.1 Criterios y metodologías de evaluación 147
V.1.3.2 Criterios 148
V.1.3.3 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 150

Capítulo VI 159

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 159
VI.1 Descripción de la medida o programa de medida de mitigación o correctivas por componente ambiental 159
VI.2 Impactos residuales 166

Capítulo VII.....169

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....169
VII.1 Pronósticos del escenario.....169
VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental.....172
VII.3 Conclusiones.....174
VII.4 Bibliografías y Referencias.....176

Capítulo VIII.....178

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....178
VIII.1 Formatos de presentación.....178
VIII.1.1 Planos definitivos.....178
VIII.1.2 Videos.....178
VIII.1.3 Listas de flora y fauna.....178
VIII.2 Otros anexos.....196
VIII.3 Glosario de términos..... 196
Anexo METODOS PARA LA IDENTIFICACION, PREDICCION, EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES 197
Conclusión..... 199
Bibliografía 201

Índice de figura

Figura 1.- Macrolocalización (INEGI) de la zona de San Antonio, BCS.
Figura 2.- Ubicación del sitio Las Flores afuera de la zona de amortiguamiento de la Reserva de La Biosfera de la Sierra de La Laguna, BCS.
Figura 3.- Ubicación del sitio Las Flores, BCS.
Figura 4.- Planta de hidrometalúrgica (área de lixiviación en tanques tipo Pachuca).
Figura 5. Profundidades del depósito del concentrado dentro de la Presa de Jales no.1 (con geomembrana), que van de 0.4 a 2.8 m en una superficie de 0.49 has.
Figura 6.- Resultados del análisis de la composición mineralógica obtenidos por MEB del concentrado almacenado en la Presa de Jales no.1.
Figura 7.- Presa de Jales no.1. con 8000 toneladas de concentrado lixiviado.
Figura 8.- Esquema general de las actividades a desarrollar desde la Presa de Jales no.1 hasta la planta de lixiviación en la Etapa 1.
Figura 9.- Diagrama de la planta de lixiviación.
Figura 10.- Área de precipitación con sistema Merrill Crowe.
Figura 11.- Esquema general de las actividades en la Presa de Jales no. 2, en la Etapa 2.
Figura 12.- Concentrador centrifugo K-Nelson CD12MS.
Figura 13.- FLS… Concentrador centrífugo K- Nelson CD-12 MS separa el mineral por método físico de capacidad de procesamiento de 600 a 1000 t/d.
Figura 14.- Imagen JXSC Concentrador gravimétrico Jigs de capacidad de 1000 t/d.
Figura 15.- Terreros en el Distrito El Triunfo San Antonio.
Figura 16.- Terreros expuestos en superficie, las rocas son intemperizados por el ambiente.
Figura 17.- Carga y transporte del terrero a la planta en Las Flores.
Figura 18.- Trituración.
Figura 19.- Tolva secundaria de almacenamiento de 150 toneladas.
Figura 20.- Área de trituración secundaria con quebradoras de conos.
Figura 21.- Área de molienda (molino de bolas)
Figura 22.- Área de Flotación.

Figura 23.- Celdas de flotación en Las Flores en 2018.
Figura 24.- Burbujas de concentrado obtenido.
Figura 25.- Patio de secado de concentrado.
Figura 26.- Concentrado semi seco.
Figura 27.- Concentrado de sulfuros empaquetado.
Figura 28.- Trailer con 30 toneladas de sulfuros con metales pesados.
Figura 29.- Concentrado de sulfuros de la planta Las Flores recibido en Manzanillo
Figura 30.- El Concentrado de sulfuros rumbo a China.
Figura 31.- Planta hidrometalúrgica o de lixiviación en el Centro de Procesamiento Responsable Las Fores.
Figura 32.- Destrucción del Cianuro en el último lavado con Sulfato de Cobre y H2O2 al interior del tanque Pachuca.
Figura 33.- Presa de Jales no. 2, contiene los lodos de Flotación.
Figura 34.- Mapa de Baja California Sur.
Figura 35.- Climas en el área del proyecto. García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
Figura 36.- Gráfica de temperaturas media, máxima y mínima y precipitación para el sistema ambiental. Comisión Nacional del Agua, Estación 3049, San Antonio Sur.
Figura 37.- Precipitación y precipitación máxima diaria para el sistema ambiental. Comisión Nacional del Agua, Estación 3049, San Antonio Sur.
Figura 38.- Peligro por tormentas tropicales a nivel municipal de La Paz, Atlas de Riesgo Estatal de La Paz, 2023.
Figura 39.- Peligro por huracanes a nivel municipal de La Paz, Atlas de Riesgo Estatal de La Paz, 2023.
Figura 40.- Zonas de huracanes en la República Mexicana.
Figura 41.- Ciclones tropicales en el Océano Pacífico, CONAGUA, Servicio Meteorológico Nacional. 2025.
Figura 42.- Sistema de vientos.
Figura 43.- Humedad relativa promedio mensual.
Figura 44.- Carta geológico San Antonio. Servicio Geologico Mexicano.
Figura 45.- Plano geológico del San Antonio y El Triunfo. Servicio Geologico Mexicano.
Figura 46.- Fisiografía de Baja California Sur.
Figura 47.- Estratigrafía de los eventos geológicos en Baja California Sur.
Figura 48.- Continuo de elevaciones Baja California Sur. Fuente INEGI 2022.
Figura 49.- Sismicidad histórica regional a 200 km con respecto al municipio de La Paz. Fuente Atlas de Riesgo del municipio de La Paz, 2023.
Figura 50.- Zonas de actividad volcánica en la República Mexicana.
Figura 51.- Regiones Hidrológicas en la Región Hidrológica Administrativa I. Península de Baja California. Fuente CONAGUA.2021.
Figura 52.- Cuencas de la Región Hidrológica VI Baja California Sur. Fuente Comisión Estatal del Agua de Baja California Sur.
Figura 53.- Regiones, cuencas y subcuencas hidrológica.
Figura 54.- Elaboración propia con información de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.
Figura 55.- Crecimiento comparado entre 2010 y 2020 Municipio de La Paz.
Figura 56.- Población ocupada en la ciudad de La Paz por sector económico, 2022.
Figura 57.- Población ocupada en la Ciudad de La Paz por tamaño de la unidad económica.
Figura 58.- Población en situación de pobreza y vulnerabilidad en el Municipio de La Paz, 2019-2020 (%). Fuente CONEVAL, Medición de Pobreza de Baja California Sur.
Figura 59.- Tanques de seguridad de almacenamiento de solución pobre cianurada.

Índice de tablas

Tabla 1.- Cronograma de actividades a realizar en 3 etapas.
Tabla 2.- Avance en construcción.
Tabla 3.- Inversión requerida y en curso.
Tabla 4.- Lista de reactivos en el proceso de flotación.
Tabla 5.- Lista de reactivos en el proceso hidrometalúrgico o lixiviación.
Tabla 6.- Programa general de trabajo.
Tabla 7.- Humedales de importancia internacional designados según la Convención RAMSAR en el municipio de La Paz.
Tabla 8.- Instrumentos de Políticas Ambientales Aplicables al proyecto
Tabla 9.- Áreas Naturales Protegidas en el municipio de La Paz, Baja California Sur.
Tabla 10.- Características térmicas de los grupos climáticos Köppen.
Tabla 11.- Características pluviales y de vegetación de los grupos climáticos según Köppen.
Tabla 12.- Tipos de clima presentes en Baja California Sur. Fuente: García, E. CONABIO. "Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)" Escala 1:1000 000. México, 1998.
Tabla 13.- Datos de temperatura, precipitación, entre otros, para San Antonio, municipio de La Paz.
Tabla 14.- Clasificación de los ciclones tropicales.
Tabla 15.- Características litológicas del área.
Tabla 16.- Volumen de agua de recarga al Acuífero de La Paz 0324.
Tabla 17.- Vegetación observada en el sitio de estudio del proyecto.
Tabla 18.- Especies endémicas encontradas en el sitio de estudio del Proyecto.
Tabla 19.- *Anfibios y Reptiles Tabla 20 - Avifauna Residente.*
Tabla 21.- Aves Observadas en el área del proyecto.
Tabla 22.- Mamíferos.
Tabla 23.- Especies de Interés Cinegético en el Estado de Baja California Sur (Calendario de épocas hábiles por entidad federativa, temporada 2021-2022).
Tabla 24.- Modificaciones en el paisaje.
Tabla 25.- Instituciones de educación superior existentes en el municipio de La Paz, Baja California Sur.
Tabla 26.- Infraestructura de servicios de salud en el municipio de La Paz, 2021.
Tabla 27.- Requerimientos, centros, áreas y servicios.
Tabla 28.- Elementos de medio ambiente.
Tabla 29.- Calificación de magnitud e importancia del impacto ambiental.
Tabla 30.- Impactos positivos.
Tabla 31.- Matriz de identificación de impacto en la Etapa 1 consistente en el retratamiento de 8,000 t de concentrado de sulfuros por lixiviación.
Tabla 32.- Matriz de identificación de impacto en la Etapa 2 consistente en Separación gravimétrica de arenas (60,000–72,000 t) – sin reactivos.
Tabla 33.- Matriz de identificación de impacto en la Etapa 3 consistente en procesamiento de terreros abandonados – flotación (180 t/día).
Tabla 34.- Medidas de mitigación por componente ambiental.
Tabla 35.- ETAPA 1 – LIXIVIACIÓN: La Lixiviación es un proceso utilizado para extraer oro y plata de sus minerales, utilizando una solución de cianuro en condiciones controladas.
Tabla 36.- ETAPA 2 – GRAVIMETRÍA: La gravimetría es un proceso físico que separa los minerales de valor (como oro) a través de su diferencia de densidad, sin utilizar productos químicos.
Tabla 37.- ETAPA 3 – FLOTACIÓN: La flotación es un proceso físico-químico utilizado para separar minerales de valor de la ganga, mediante el uso de reactivos que favorecen la adhesión de los minerales a burbujas de aire.
Tabla 38.- Escenario Ambiental.
Tabla 39.- Frecuencia del muestreo para el monitoreo ambiental en el sitio.

Capítulo I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.1. Proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto.

Centro de Procesamiento Responsable Las Flores, Baja California Sur.

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El sitio del proyecto, denominado Las Flores, se localiza en el predio Demasías de las Flores, a una distancia aproximada de 11 km al sur-suroeste del poblado de San Antonio, en el municipio de La Paz, Baja California Sur, a una altitud media de 610 m s. n. m. Las instalaciones del proyecto se ubican sobre las faldas de la Sierra La Victoria, la cual forma parte de la Sierra de la Laguna. De acuerdo con la delimitación oficial del Área Natural Protegida, el sitio del proyecto se encuentra fuera de la zona de amortiguamiento, por lo que no se localiza dentro de los límites establecidos para dicha categoría de protección.

I.1.3 Tiempo de vida del proyecto.

15 años.

I.1.4 Presentación de la documentación legal.

Se anexa el Contrato de Cesión de Derechos celebrado entre el Ing. Juan Carlos Chanfreau y Cuevas y el M. Joseph F. Boulle**,** quienes comparecen en su propio derecho y en representación legal de Tepmin, S.A. de C.V. y Mexxim, S.A. de C.V.**,** respectivamente.

Se anexa documento de la Apoderara Legal. Copia simple y original para cotejo.

1.2. Promovente.

1.2.1 Nombre o razón social.

Mexxim, S.A. de C.V.

I.2.2. R. F. C.

MEX9509087N5

I.2.3.- Representante legal (nombre, cargo, RFC y CURP).

Lourdes Sánchez Gallegos.

Cargo: Apoderada Legal

[redacted]

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

[redacted]

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

I.3.1 Nombre o razón social.

[redacted]

I.3.2 Cédula Profesional, Registro Federal de Contribuyentes, CURP.

[redacted]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

[redacted]

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.

[redacted]

Capítulo II

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información general del proyecto.

El propósito de solicitar la autorización en materia de Impacto Ambiental es dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente aplicable al proyecto, en congruencia con las prácticas que se han desarrollado por más de 24 años en el Sitio Las Flores**,** caracterizadas por la realización de procesos de tratamiento de minerales a pequeña escala, bajo condiciones controladas y sin que se hayan generado afectaciones significativas al ambiente**.**

Los procesos industriales mineros clásicos son el uso de técnicas de procesamiento de los minerales, en donde la materia prima es la roca con contenidos metálicos o no metálicos extraídos de mina subterránea o a minado a cielo abierto, en este caso no se desarrollará ningún tipo de minado, solo se aprovechará el mineral localizado en superficie de los terreros abandonados desde hace 200 años en la Región y en el sitio, los cuales serán tratados a través de equipos especializados con la finalidad de obtener un producto selectivo final (en este caso, metales preciosos), de los cuales se logra un beneficio económico en función de los mejores rendimientos de recuperación global.

En este contexto, se solicita la autorización ambiental para llevar a cabo tres procesos en 3 etapas, a realizarse en distintos momentos para el beneficio de metales preciosos a muy pequeña escala**,** lo cual permitirá un mayor control y manejo operativo dentro del Sitio Las Flores. De dichos procesos, dos consisten en el retratamiento de materiales previamente procesados, los cuales se encuentran depositados en la presa de jales no. 1 y presa de jales no. 2 en el sitio Las Flores**,** así como los materiales provenientes de terreros abandonados localizados dentro del Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, Baja California Sur**.**

Es decir, El proyecto “Centro de Procesamiento Responsable Las Flores” se justifica ambientalmente por la necesidad de atender y mitigar un pasivo ambiental histórico, derivado de actividades mineras realizadas en la región del Distrito Minero El Triunfo–

San Antonio desde finales del siglo XVIII, las cuales dejaron en superficie grandes volúmenes de jales y terreros mineros sin manejo ni control ambiental.

Actualmente, dichos materiales permanecen expuestos a la intemperie, lo que favorece procesos naturales de erosión, oxidación y lixiviación, provocando la movilización de metales pesados y metaloides hacia el suelo, el agua superficial y los mantos acuíferos de la región, afectando la calidad ambiental y representando un riesgo potencial para los ecosistemas y la salud humana.

La ausencia de acciones de remediación sobre estos pasivos ha permitido que los impactos ambientales negativos se mantengan y acumulen en el tiempo, convirtiéndose en una fuente activa y permanente de contaminación. En este contexto, el reprocesamiento controlado de jales y terreros constituye una alternativa ambientalmente viable para reducir la carga contaminante de los materiales, estabilizar física y químicamente los residuos remanentes y disminuir la dispersión de contaminantes al medio ambiente.

El proyecto no implica la apertura de nuevas áreas de explotación minera, ni la generación de nuevos residuos mineros, sino que se enfoca exclusivamente en el manejo y aprovechamiento de materiales previamente generados**,** utilizando infraestructura existente y procesos metalúrgicos controlados, bajo criterios de prevención, control y mitigación de impactos ambientales.

La ejecución del proyecto permitirá mejorar la calidad del suelo y del agua, reducir la exposición de materiales contaminantes, y favorecer la recuperación ambiental y paisajística del área, sentando las bases para usos de suelo compatibles, como el agostadero y otras actividades de bajo impacto ambiental, así como para la reactivación económica sostenible de las comunidades locales.

En concordancia con los principios de prevención, desarrollo sostenible y economía circular, el proyecto representa una medida activa de remediación ambiental que contribuye a la protección de los recursos naturales y a la reducción de impactos acumulativos asociados a pasivos mineros históricos en la región.

Antecedentes históricos del pasivo ambiental en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio.

A continuación, se presenta una reseña histórica del origen de los terreros mineros que actualmente constituyen un pasivo ambiental histórico en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, los cuales han generado impactos ambientales acumulativos en la región desde hace más de dos siglos.

Las instalaciones conocidas como Las Flores se localizan en las cercanías del poblado de San Antonio y aproximadamente a tres kilómetros al oeste de la antigua Hacienda Real de Santa Ana, en el estado de Baja California Sur. Esta región se caracteriza por un relieve abrupto y una elevada mineralización, particularmente de metales preciosos, lo que impulsó el desarrollo de importantes asentamientos mineros históricos como El Triunfo y San Antonio.

Para comprender los impactos ambientales asociados a los terreros existentes, es necesario considerar que las actividades mineras desarrolladas en la región desde el siglo XVIII hasta mediados del siglo XX se realizaron sin criterios de protección ambiental, en un contexto histórico en el que no existía regulación sobre descargas, emisiones ni manejo de residuos. La normatividad ambiental en México comienza a consolidarse hasta la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en 1988.

La historia minera del distrito de San Antonio se remonta al año 1721, cuando los jesuitas fundaron Santa Ana. Posteriormente, en 1748, el ex soldado español Manuel de Ocio inició la apertura de las primeras minas y estableció una hacienda de beneficio en Santa Ana, siendo considerado el primer minero de la antigua California. En 1752 registró las minas El Triunfo, San Nicolás y San Pablo, utilizando el método de amalgamación con mercurio para la recuperación de plata.

Como consecuencia del desarrollo minero, en 1756 se fundó el poblado de San Antonio. Para el año 1778, se estima que se habían extraído alrededor de 14 toneladas de plata, tanto para la Real Corona como para las haciendas de las familias Ocio y Gaspar Pinzón (Amao, 1997). Durante este periodo se utilizaron cantidades significativas de mercurio, estimándose el uso de más de 15 toneladas en los procesos

de amalgamación. Tan solo en 1774, se reporta el uso aproximado de 756 kg de mercurio, importado de Castilla, España y Alemania, dejando residuos metálicos dispersos en el entorno.

A finales del siglo XVIII, debido a la escasez de mercurio, se modificaron los métodos de beneficio por otros conocidos como “De Patios” y “En Cazos y Cocimiento**”**. Este último permitía la recuperación del mercurio, pero implicaba un alto consumo de leña y solo resultaba viable para minerales con alto contenido de plata, generando una presión considerable sobre los recursos forestales de la región.

Conforme se profundizaron las labores mineras, los mineros enfrentaron la transición de la zona de oxidación a la zona de sulfuros, denominada en su momento como la “fase de los metales rebeldes”. Al no contar con métodos adecuados para su tratamiento, estos materiales fueron descartados y depositados en terreros o permanecieron in situ en el subsuelo. Se estima que alrededor de 800,000 toneladas de material sulfurado quedaron sin procesar.

Durante el siglo XIX y particularmente entre 1875 y 1895, el distrito minero experimentó su mayor auge. En este periodo se extrajeron aproximadamente 600,000 toneladas de mineral, de las cuales se obtuvieron cerca de 467 toneladas de plata y 2.33 toneladas de oro (Escandón, 1982). El beneficio de los metales implicó procesos de calcinación de minerales sulfurados a altas temperaturas, generando emisiones de dióxido de azufre (SO_2) y óxido de arsénico (As_2O_3), los cuales fueron liberados a la atmósfera a través de hornos y chimeneas.

Se estima que durante estas operaciones se calcinaban alrededor de 1,000 toneladas de mineral por semana, empleando grandes volúmenes de leña, lo que ocasionó el agotamiento de los recursos forestales locales y el incremento de costos de producción, derivando en la suspensión de las actividades mineras (Castanier, 1931).
Entre 1914 y 1919, el incremento en el precio del arsénico, asociado a la Primera Guerra Mundial, impulsó nuevas actividades de explotación y beneficio, las cuales cesaron abruptamente tras la caída del mercado, dejando nuevamente instalaciones y residuos abandonados. Posteriormente, entre 1950 y 1957, se intentó la fundición de plomo en El Triunfo, sin éxito técnico, abandonándose los materiales residuales sin medidas de limpieza ni control ambiental.

Como resultado de más de dos siglos de actividades mineras sin regulación ambiental, en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio permanecen terreros, hornos, chimeneas y residuos mineros con contenidos significativos de arsénico, plomo, mercurio, zinc, cobre y otros metales, los cuales continúan siendo una fuente activa de contaminación. Se estima que durante este periodo histórico se liberaron al ambiente grandes volúmenes de gases y residuos contaminantes, cuyos efectos aún son detectables en la actualidad.

El presente proyecto no genera nuevos materiales mineros, sino que atiende materiales previamente generados.

En este contexto, los terreros existentes constituyen un pasivo ambiental histórico, cuya permanencia representa un riesgo para la calidad del suelo, del agua superficial y subterránea, y que requiere la implementación de acciones de remediación ambiental para reducir sus impactos acumulativos en la región.

Cronograma de Actividades

Tabla 1. Cronograma de actividades a realizar en 3 etapas.

CRONOGRAMA DE PROCESOS (2026 al 2041)														
	DURACIÒN EN AÑOS													
Proceso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Etapa 1															
Etapa2															
Etapa3															
Cierre y abandono															

Etapa no.1.

Dentro del Sitio Las Flores se localiza la Presa de Jales no. 1, la cual se encuentra impermeabilizada con geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE). En dicha presa se encuentran confinadas aproximadamente 8,000 toneladas de concentrado de sulfuros, generadas durante procesos de beneficio de mineral y procesados en tanques de agitación tipo Pachuca en los periodos comprendidos entre 1996–1999 y 2008-2012, sin que a la fecha se hayan registrado afectaciones ambientales.

Etapa no. 1 consiste en el retratamiento del concentrado de sulfuros, el cual aún contiene valores residuales de oro y plata. Dicho material será transportado internamente y sometido a una segunda etapa de remolienda en un molino de bolas de 7’ x 7.5’, con el objetivo de alcanzar un tamaño de partículas más finas (+200 mallas). Posteriormente, el material será enviado nuevamente a dos tanques de agitación tipo Pachuca, donde será reprocesado.

Una vez concluido el retratamiento por lotes, el concentrado de sulfuros resultante, libre de reactivos químicos, será reintegrado a la misma Presa de Jales No. 1, manteniéndose en confinamiento del mismo en la infraestructura impermeabilizada existente.

Etapa no.2.

En el Sitio Las Flores se cuenta con la Presa de Jales no. 2, en la cual se encuentran depositadas aproximadamente 60,000 a 72,000 toneladas de arenas que provinieron de la planta de flotación en las autorizaciones anteriores, en su momento fueron transportados como lodos y ahora se encuentran como arenas estériles (ganga). Dichos materiales se encuentran estabilizados y confinados dentro del cauce federal, conforme a las autorizaciones otorgadas al proyecto Las Flores por SEDESOL (1994) y SEMARNAT (2009), ver los anexos 5 y 6, muestras representativas de estos lodos, colectadas y analizadas por un laboratorio acreditado, donde se determinó el cabal cumplimiento en la normatividad en contenidos y la ausencia de metales pesados y estos lodos no generan drenaje ácido al ambiente.

En esta Etapa 2 se contempla la implementación de un proceso hidrometalúrgico exclusivamente físico de separación gravimétrica, sin el uso de reactivos químicos. El material será bombeado en forma de lodos y conducido a través de una criba vibrante y una centrífuga de alta velocidad, con el propósito de separar las fracciones pesadas y ligeras mediante diferencias de densidad, empleando tecnologías de nueva generación.

Adicionalmente, se utilizarán equipos tipo Jigs y concentradores centrífugos K-Nelson, con una capacidad de procesamiento estimada en 600 toneladas por día. El material

reprocesado será retornado ahí mismo, dentro de la misma Presa de Jales no. 2, sin desplazamiento hacia otros sitios.

Los jales depositados en esta presa corresponden a procesos realizados en tres periodos: 1996-1999 Tepmin; 2008-2014 y 2017-2018 Mexxim. En dichos períodos ambas empresas, no contaban con tecnología de separación gravimétrica avanzada, lo que permitió que fracciones de oro y plata de granulometría muy gruesa no flotable permanezcan actualmente en esta Presa de Jales no.2.

Etapa no.3.

Está etapa 3 corresponde activar el Centro de Procesamiento Responsable Las Flores, destinada al procesamiento de mineral proveniente de terreros históricos (pasivo histórico) localizados en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, los cuales se encuentran actualmente en superficie en este Distrito y fueron generados hace más de 200 años. Se pretende dar continuidad la actividad de limpieza, implementando procesos y operaciones bajo criterios de responsabilidad ambiental, una vez que se obtenga la autorización correspondiente por parte de la autoridad competente.

El mineral será recuperado mediante un sistema de carga y acarreo desde los terreros abandonados hacia la planta, con el objetivo de evitar la realización de infraestructura nueva y evitar nuevos impactos negativos al medio. El transporte se efectuará dentro de un radio aproximado de 35 km, utilizando camiones de 10 a 12 m³ de capacidad en cumplimiento de la NOM SCT-012-SCT-2-1995.

Las existencias de material mineralizado aprovechable se estiman en aproximadamente 220,000 m³, equivalentes a 550,000 toneladas métricas en los terreros de El Triunfo, BCS.

Para el transporte del mineral en roca, desde los sitios hasta los patios en donde serán utilizado, se requerirán el uso de camiones de 10 a 12 m^3. Se generarán 50 empleos directos con la continuidad del proyecto.

La Compañía MEXXIM S.A. de C.V. ha adquirido la planta de beneficio para el procesamiento del mineral con contenidos de sulfuros con un costo tecnológico de (15

mdd), única en el estado de Baja California Sur. Tal tecnología nos permitirá hacer un beneficio metalúrgico, donde implícitamente realizaremos la bio-remediación del ambiente y apoyaremos al Gobierno Federal de eliminar un Pasivo Histórico que sigue contaminando el agua de la región desde hace más de 200 años, por sus contenidos metálicos y metaloides bien conocidos.

Visión y misión.

Con base a lo anterior, la empresa tiene la visión y la misión siguientes:

La empresa tiene como visión Contribuir a la remediación ambiental de pasivos mineros históricos en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, mediante un procesamiento responsable que mejore las condiciones ambientales, sociales y económicas de la región, bajo criterios de sustentabilidad y cumplimiento normativo.

La misión del proyecto es implementar procesos controlados y ambientalmente compatibles para el reprocesamiento de materiales mineros históricos, utilizando infraestructura existente, con el fin de reducir la carga contaminante de metales pesados y generar beneficios ambientales y sociales, en estricto apego a la normatividad ambiental aplicable.

Objetivos

1. Convertir los terreros mineros abandonados desde hace 200 años (zona de terreros) a terrenos de agostadero ambientalmente estables, con potencial de integración paisajística y uso compatible con actividades recreativas y turísticas de bajo impacto

2. Coadyuvar en la remediación ambiental de terrenos contaminados por actividades mineras pasadas.

3. Reactivar la actividad económica de los pueblos mineros históricos de la región, mediante la remediación ambiental de pasivos mineros, la recuperación del paisaje y la mejora de la calidad ambiental, contribuyendo

a la vocación turística, cultural y patrimonial del Distrito Minero El Triunfo – San Antonio.

4. Recuperar concentrados de minerales polimetálicos como resultado del reprocesamiento controlado de materiales mineros históricos, mediante procesos metalúrgicos ambientalmente compatibles, como parte integral de las acciones de remediación ambiental del sitio.

5. Obtener un aprovechamiento metalúrgico controlado y socialmente responsable, derivado de las actividades de remediación ambiental, en acuerdo con los Ejidos de San Antonio y El Triunfo, así como con los propietarios de los terreros que acrediten legalmente su pertenencia.

Beneficios Ambientales, Sociales y Económicos.

a) Beneficios ambientales – Remediación y protección del agua:

La remoción controlada de materiales mineralizados sulfurados expuestos en superficie, actualmente dispuestos en forma de terreros, y su reprocesamiento mediante infraestructura existente y procesos ambientalmente controlados, permitirá reducir de manera progresiva las fuentes activas de contaminación por metales pesados y metaloides en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio.

La intemperización natural de estos materiales en superficie genera procesos continuos de oxidación y lixiviación, que favorecen la movilización de contaminantes hacia el suelo, el aire y los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Al disminuir el volumen de roca mineralizada expuesta, el proyecto contribuye a mitigar la erosión, el arrastre de sedimentos contaminados y la dispersión regional de metales pesados, particularmente en una zona semiárida como el sur del estado de Baja California Sur.

Asimismo, la reducción de materiales contaminantes en los terreros permitirá disminuir el riesgo de afectación a los arroyos El Triunfo, Arroyo Hondo y Arroyo San Antonio, los cuales drenan hacia zonas aguas abajo como Todos Santos,

Melitón Albáñez, El Carrizal, San Juan de los Planes y el Ejido Juan Domínguez, contribuyendo a la protección del acuífero regional y de la calidad del agua.

b) Beneficios ambientales – Manejo y confinamiento controlado: Los materiales reprocesados serán separados y manejados bajo esquemas de control ambiental, con su confinamiento en infraestructura impermeabilizada, lo que reduce la exposición directa de sulfuros y otros compuestos potencialmente contaminantes al medio ambiente. Estas acciones permiten romper el ciclo de contaminación histórica, transformando un pasivo ambiental en un sitio ambientalmente estable.

c) Beneficios sociales – Empleo y bienestar comunitario: El proyecto, de escala controlada, permitirá la implementación efectiva de medidas ambientales conforme a la normatividad vigente y la generación aproximada de 50 empleos directos, lo que representa un beneficio social indirecto para alrededor de 250 personas. Se priorizará la contratación de mano de obra local y ejidal, excepto en aquellos casos donde se requiera personal técnico especializado no disponible en la región.
La generación de empleo contribuirá al fortalecimiento del tejido social, al arraigo de la población y a la mejora de las condiciones de vida en las comunidades de El Triunfo y San Antonio.

d) Beneficios económicos – Derrama local y regional: La operación del proyecto generará una derrama económica local y regional, mediante la contratación de servicios, adquisición de insumos y actividades asociadas a la operación y mantenimiento de la planta, lo cual resulta especialmente relevante en una región con antecedentes de rezago económico derivados del abandono histórico de la actividad minera.

e) Aprovechamiento responsable de materiales históricos: El proyecto promueve el aprovechamiento responsable de materiales mineros históricos previamente generados y abandonados, actualmente expuestos en superficie, sin realizar nuevas intervenciones mineras ni extracción de mineral del subsuelo. De esta manera, se contribuye de forma directa a la reducción de pasivos ambientales históricos en la región.

f) Ventajas logísticas y viabilidad económica: La ubicación estratégica de los terreros respecto a la planta de beneficio existente representa una ventaja logística que permite optimizar costos de transporte y operación, reduciendo también impactos ambientales asociados al traslado de materiales. Los productos derivados del reprocesamiento presentan una demanda sostenida en los mercados nacional e internacional, lo que otorga viabilidad económica al proyecto y certidumbre en la recuperación de la inversión.

g) Actividades complementarias y permanencia del proyecto: Además de los empleos directos, el proyecto impulsará empleos indirectos en actividades complementarias asociadas a su operación.

El centro de operación y mantenimiento de la planta de beneficio y metalurgia, ya construida, se proyecta para un período aproximado de 15 años, asegurando continuidad en los beneficios ambientales, sociales y económicos descritos.

Tabla 2. Avance en construcción.

Planta de Beneficio	Construcción Porcentaje (%)
Planta de flotación	100
Planta de Lixiviación	100
Presas de Jales	100

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

Este proyecto incluye todas las actividades relacionadas con la operación del sitio en Las Flores en 3 procesos o etapas, 1.- reprocesamiento de los jales de lixiviación dentro de la Presa de jales no. 1. 2.- procesamiento de los lodos de flotación dentro de la presa de Jales no. 2. 3.- procesamiento de los terreros con carga, acarreo, almacén en sitio, carga, *operación y mantenimiento de maquinaria de beneficio metalúrgico*, transporte y comercialización, así como todas las labores auxiliares y de soporte, como puede ser mantenimiento.

II.1.2 Selección del sitio.

La selección del sitio es congruente con el uso histórico y el desarrollo actual de la zona, la cual presenta una vocación minera claramente definida. Asimismo, el proyecto

contribuirá al desarrollo económico regional, en un contexto donde se observa la reactivación de actividades productivas asociadas a la minería, bajo esquemas de aprovechamiento responsable.

La viabilidad del sitio para la instalación y operación de la planta de beneficio y metalurgia, orientada a continuar con el procesamiento de mineral actualmente expuesto en superficie, se sustenta en los siguientes criterios técnicos, ambientales y administrativos:

a) Existencia y características del mineral, con contenidos de metales polimetálicos susceptibles de aprovechamiento metalúrgico.

b) Presencia de terreros y material mineralizado previamente explotado, generado por actividades mineras en otros tiempos.

c) Antecedentes de autorizaciones ambientales y administrativas. La empresa Mexxim, S.A. de C.V. contaba con la autorización SEMARNAT B.C.S.01.IA.113/09 (MIA-P) para el tratamiento de terreros abandonados mediante una planta de beneficio.

La empresa Mexxim S.A. de C.V. proceso en la planta de beneficio ubicada en el Predio Demasías de Las Flores, material de los terreros desde el año 2009 al 2018, aproximadamente 45,000 t de los terreros del Distrito minero El Triunfo - San Antonio, mediante la autorización (MIA-P) No. SEMARNAT-BCS.02.01.IA.113/09 actualmente vencida.

Asimismo, a la empresa TEPMIN, S.A. de C.V. le fueron otorgadas las autorizaciones de SEDESOL No. 03.02.654/93, de fecha 10 de diciembre de 1993, y SEDESOL No. 03.02.629/94, de fecha 16 de agosto de 1994, actualmente vencidas, mediante las cuales se autorizaron las siguientes obras actualmente localizadas en el sitio Demasías de Las Flores, BCS:

1) La construcción de la Planta de Flotación y la Planta de Lixiviación mediante de 2 tanques Pachucas de 15 toneladas cada 1, en el Sitio Las Flores.

2) La construcción de dos Presas de Jales:

- Presa de Jales no. 1, impermeabilizada con lámina de polietileno de alta densidad (HDPE), destinada al confinamiento de concentrados procesados en la planta hidrometalúrgica (Lixiviación en 2 tanques de 15 t cada 1, minerales sulfurados).

- Presa de Jales no. 2, destinada al depósito lodos de Flotación, consistente en arenas, cuarzos y materiales sin contenido de sulfuros, con una capacidad autorizada de 555,610 toneladas.

3) El uso del volumen de agua requerido para el proceso industrial.

Como antecedente, se señala que la empresa TEPMIN procesó aproximadamente 27,000 toneladas de roca en la planta de flotación y lixiviación utilizando 1:3 mineral:agua, de un total de 555,610 toneladas autorizadas en 1994, la capacidad de la Presa de Jales no. 2 conforme a dicho volumen autorizado. En el caso de la empresa Mexxim proceso alrededor de 45,000 toneladas con su autorización anterior.

4) Proximidad a los poblados de San Antonio y El Triunfo, lo que favorece la logística operativa y la disponibilidad de mano de obra local.

5) Los impactos al ecosistema asociados a los terreros se generaron hace más de 200 años; por lo tanto, el aprovechamiento del mineral actualmente expuesto en superficie evita la apertura de nuevas obras mineras, reduciendo la generación de impactos adicionales en áreas con mejor estado de conservación.

6) Accesibilidad adecuada a las zonas de carga y acarreo del material, lo que permite una operación eficiente y minimiza afectaciones adicionales al entorno.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El Proyecto Centro de Procesamiento Responsable Las Flores se localiza en el predio Demasías de Las Flores, a una distancia aproximada de 11 km al sur-suroeste del poblado de San Antonio, en el estado de Baja California Sur, a una altitud media de 610 m s. n. m. El área se ubica sobre las faldas de la Sierra La Victoria, la cual forma parte de la Sierra de la Laguna, y se encuentra fuera de la zona de amortiguamiento de dicha Área Natural Protegida.

Área del proyecto

Las obras del Centro de Procesamiento Responsable Las Flores se localizan dentro del predio rústico denominado “Demasías de Las Flores”, el cual cuenta con una superficie total de 39 hectáreas. Dentro de dicha superficie se encuentran habilitadas las áreas destinadas a patios de mineral, planta de beneficio y planta de lixiviación, así como las infraestructuras asociadas al manejo de residuos de los procesos (lodos de frotación y concentrados lixiviado).

El proyecto contempla una Presa de Jales no.2 ya construida, en una superficie aproximada de 3-25-00 hectáreas, destinada al confinamiento de lodos de material estéril generados durante los procesos de molienda y separación. Asimismo, se dispone de una Presa de Jales no.1 impermeabilizada e igualmente ya construida, en una superficie aproximada de 4,900 m² (0-49-00 hectáreas).

Ubicación del Proyecto

El sitio del proyecto Centro de Procesamiento Responsable Las Flores se localiza dentro del predio rústico denominado Demasías de Las Flores, en el estado de Baja California Sur. La ubicación geográfica del sitio corresponde a las siguientes coordenadas UTM, referidas al datum ITRF92:
Coordenada X: 596,447.88 m
Coordenada Y: 2,624,708.34 m

Asimismo, el sitio se localiza aproximadamente en las siguientes coordenadas geográficas:
Latitud: 23°44’ Norte

Longitud: 110°03’ Oeste

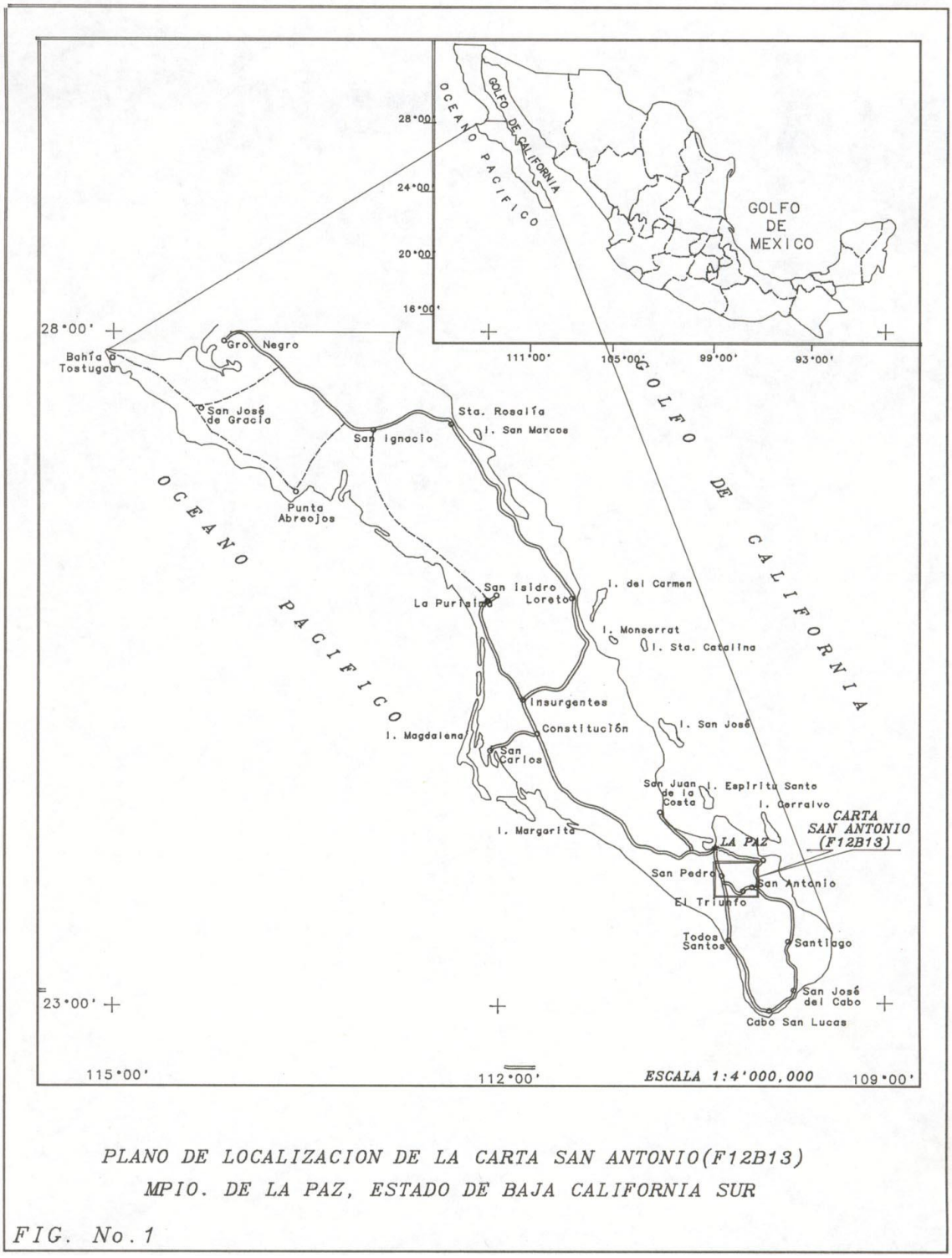


Figura 1.- Macrolocalización (INEGI) de la zona de San Antonio, BCS.

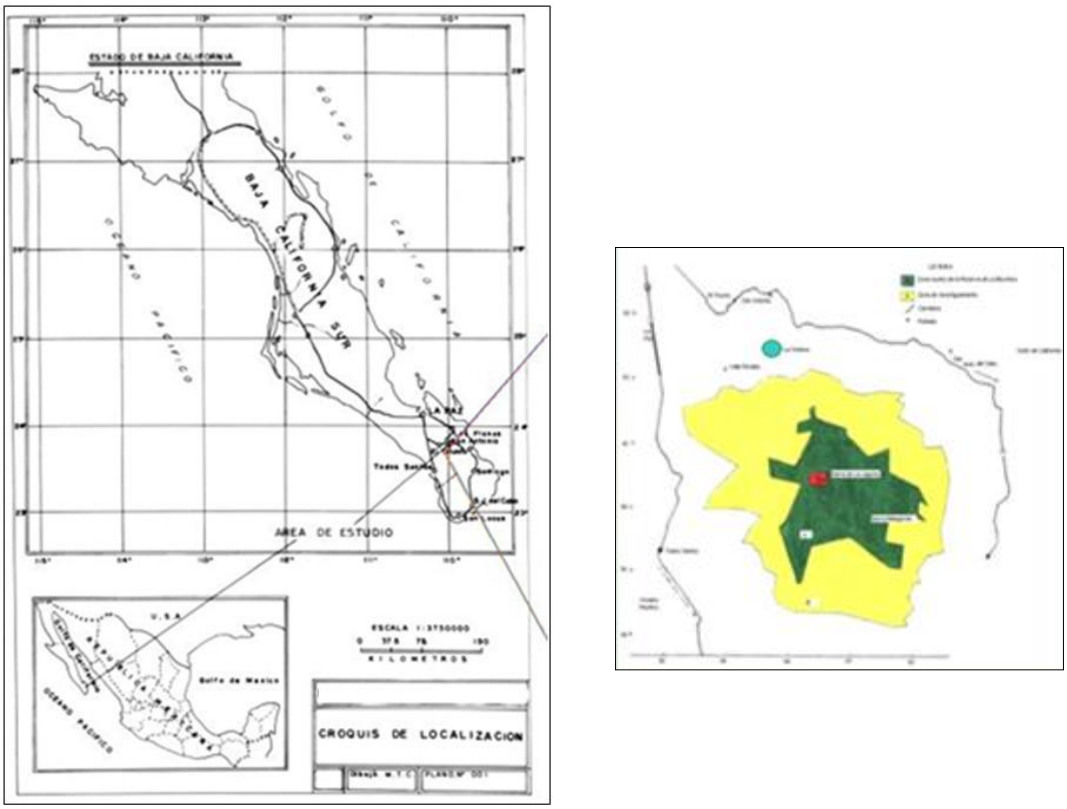


Figura 2.- Ubicación del sitio Las Flores afuera de la zona de amortiguamiento de la Reserva de La Biosfera de la Sierra de La Laguna, BCS.



Figura 3.- Ubicación del sitio Las Flores, BCS.

II.1.4 Inversión requerida

Tabla 3. Inversión realizada y en curso

No.	Concepto	Inversión
1	Costo de construcción de la Planta de beneficio y metalurgia, inversión ya realizada entre 1988 a 1999, su rehabilitación en 2008 al 2009.	$17 MDD
2	reconstrucción de las plantas planta de beneficio 2017 y la hidrometalúrgica, electrificación y salarios, elaboración de estudios.	$2 MDD
3	Otros	$1 MDD

MDD= Millones de dólares

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto no contempla actividades de desmonte, toda vez que las superficies destinadas a la infraestructura fueron habilitadas previamente durante el periodo 1996–1997, como parte de las actividades mineras históricas desarrolladas en el sitio.

Las obras e instalaciones se localizan dentro del predio rústico denominado “Demasías de Las Flores”, el cual cuenta con una superficie total de 39 hectáreas. Dentro de esta superficie se distribuyen las áreas destinadas a patios de mineral, planta de beneficio y planta de lixiviación.

El proyecto incluye una Presa de Jales no. 2, con una superficie aproximada de 3-25-00 hectáreas, destinada al confinamiento de lodos de material estéril generados durante los procesos de molienda y separación. Asimismo, se dispone de la Presa de Jales No. 1, con una superficie aproximada de 4,900 m² (0-49-00 hectáreas), la cual se encuentra impermeabilizada y diseñada para el manejo y confinamiento controlado de residuos del proceso de lixiviación de concentrado de sulfuros.

Este proyecto: Centro de procesamiento Responsable Las Flores, se considera un proyecto a muy pequeña escala (Capacidad de proceso de 180 t/d), las 2 Presas de Jales ocupan una pequeña superficie total 3-74-00 has. (tres hectáreas, setenta y cuatro áreas y cero centiáreas); por ende, se estima que los impactos negativos y positivos que resulten por todas las actividades involucradas, serán de magnitud baja a media y de importancia temporal a permanente.

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Una parte del predio ha sido ocupado por la planta de lixiviación, parte de este predio tiene superficie de terrenos que en la actualidad no se utilizan y otra parte esta cubierta por vegetación de matorral espinoso asociado con selva baja caducifolia. Otra parte del predio se encuentra la planta de beneficio para el procesamiento del mineral de terreros y jales de mineras del distrito minero El Triunfo San Antonio. El predio Las Flores es una cuenca semicerrada, con una salida por el arroyo de tipo secundario, en donde el escurrimiento pluvial dentro de la cuenca, desemboca a este arroyo juntándose las aguas con el arroyo principal Agua Caliente, que proviene de San Antonio de la Sierra.

El arroyo Agua Caliente bordea a 12 km de distancia al poblado de San Antonio, y a la Sierra de Los Chiles, no permite que se comunique con el Arroyo de los San Juanes que pasa por el poblado de San Antonio y continua sin ningún Centro Poblacional por 32 km aguas abajo hasta el Mar de Cortés o Golfo de California, pasando a un lado del Poblado San Juan de Los Planes.

Por lo anterior el cauce y escurrimiento pluvial de Las Flores, tiene una dirección sensiblemente hacia el NNE y desemboca en el Golfo de California, además, aguas debajo de las presas de jales no existen poblados hasta una distancia de 32 km.

En la Etapa 1 se utilizarán 150 m3 de agua /90 toneladas de Concentrado procesado a la semana.
En la Etapa 2 se utilizarán de 200 a 250 m^3 de agua recirculando por 600 t/d en métodos gravimétricos.
En la etapa 3 la empresa Mexxim procesó material de los terreros en la planta Las Flores del 2009 al 2014 y 2017 al 2018 utilizó la misma proporción de agua 1:3 (mineral: agua), 180 t/d:540 m^3 de agua, en esta etapa 3 será la misma cantidad.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área del proyecto y sus inmediaciones no presentan desarrollo urbano, predominando condiciones rurales con uso histórico minero. El asentamiento humano

más cercano corresponde al poblado de San Antonio, el cual se localiza a una distancia aproximada de 11 km al norte-noreste (N-NE) del sitio Las Flores.

El proyecto no contempla la generación de nuevos centros de población ni procesos de urbanización. Sin embargo, considera la rehabilitación del camino existente que comunica al poblado de San Antonio con el sitio Las Flores, con el propósito de permitir el tránsito seguro de vehículos pesados destinados al transporte de mineral, así como de vehículos ligeros para el traslado del personal operativo y técnico.

Los servicios requeridos para la operación del proyecto serán cubiertos mediante infraestructura existente y servicios internos, sin demandar la ampliación de redes urbanas externas. El personal será trasladado desde el poblado de San Antonio o El Triunfo, sin requerirse aumentar la construcción de viviendas, infraestructura urbana adicional o modificación del patrón de asentamientos humanos en la región.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto contempla la rehabilitación permanente del camino existente Ancón de Los Guayabos–sitio Las Flores, con el objetivo de facilitar el acceso operativo para el transporte de mineral, insumos y personal, sin que ello implique la apertura de nuevas vialidades.

Asimismo, se considera el uso y aprovechamiento de la infraestructura existente, en particular de las presas de jales actualmente construidas, las cuales fueron diseñadas específicamente para el confinamiento de residuos generados durante los procesos de beneficio mineral.

La Presa de Jales no. 1 cuenta con un muro de contención y un sistema de impermeabilización integrado por geotextil y una lámina de polietileno de alta densidad (HDPE) con un espesor de 1 mm. En dicha presa se encuentran confinadas aproximadamente 8,000 toneladas de concentrados de sulfuros, provenientes del proceso de lixiviación, sin que a la fecha se hayan identificado afectaciones ambientales asociadas a su operación o confinamiento.

Por su parte, la Presa de Jales no. 2 se encuentra igualmente construida y contiene un volumen aproximado de 60,000 a 72,000 toneladas de arenas finas, generadas

durante las etapas de molienda y el proceso de flotación; correspondientes a los periodos comprendidos entre noviembre de 1997 y septiembre de 1999, así como de 2008 a 2018. La estructura de esta presa estará conformada por tres muros de contención superpuestos, diseñados para garantizar el almacenamiento seguro de las arenas provenientes del proceso de la planta de beneficio.

Etapa 1

En esta etapa se utilizará el Área de molienda y la planta de lixiviación en el sitio Las Flores.

La lixiviación es un proceso clásico, aplicado desde 1887 a 1889 a los minerales Auroargentíferos, el cual consiste en la disolución del oro y la plata mediante el uso de cianuro de sodio, empleado como agente solvente bajo condiciones controladas.

El uso de este reactivo se fundamenta en las siguientes características técnicas:

1. Presenta alta selectividad para la disolución de metales preciosos oro y plata.
2. Opera a muy bajas concentraciones y reacciona a temperatura ambiente, lo que reduce el consumo energético.
3. Los valores metálicos disueltos en la fase líquida pueden ser recuperados de manera eficiente mediante el sistema de precipitación Merrill-Crowe.

Una de las principales ventajas del proceso de lixiviación es la obtención de una solución rica, con altas concentraciones de oro y plata por metro cúbico de solución.



Figura 4. Planta de hidrometalúrgica (área de Lixiviación en tanques tipo Pachuca)

Planta Hidrometalúrgica de Lixiviación, de capacidad de procesamiento en 2 tanques de 15 t/48 horas cada uno, utilizando 25 kg de cianuro por día, fue construida en 1997 por Tepmin S.A. de C.V. y mejorada en el año 2009 por MEXXIM S.A de C.V. En la base existe un bordo de confinamiento.

El desarrollo tecnológico en los procesos de lixiviación ha permitido incrementar los porcentajes de recuperación en menores tiempos de tratamiento, así como reducir los riesgos ambientales, en comparación con tecnologías antiguas como la tostación y la fundición directa, las cuales generaban emisiones de humos peligrosos actualmente no aceptables desde el punto de vista ambiental. Dichos métodos fueron utilizados históricamente en los distritos mineros de El Triunfo y San Antonio hasta la década de 1920, al igual que la amalgamación con mercurio, empleada durante el periodo de la conquista.

En antecedentes operativos, la empresa minera Tepmin procesó aproximadamente 200 lotes de 15 toneladas de concentrados con la técnica de lixiviación en tanques tipo Pachuca, durante un periodo de 1997 a 1999, mediante 2 tanques de lixiviación por agitación con muy baja concentración de cianuro libre, sin que se registraran derrames al ambiente ni afectaciones al personal, obteniéndose resultados favorables. Posteriormente, la empresa Mexxim trató otros 333 lotes de 15 toneladas de concentrado, aplicando las mismas técnicas de lixiviación a muy baja concentración de cianuro, durante el periodo comprendido del 2009 al 2012, estimándose un volumen total de 8,000 toneladas de material, actualmente confinadas en la presa de jales No. 1

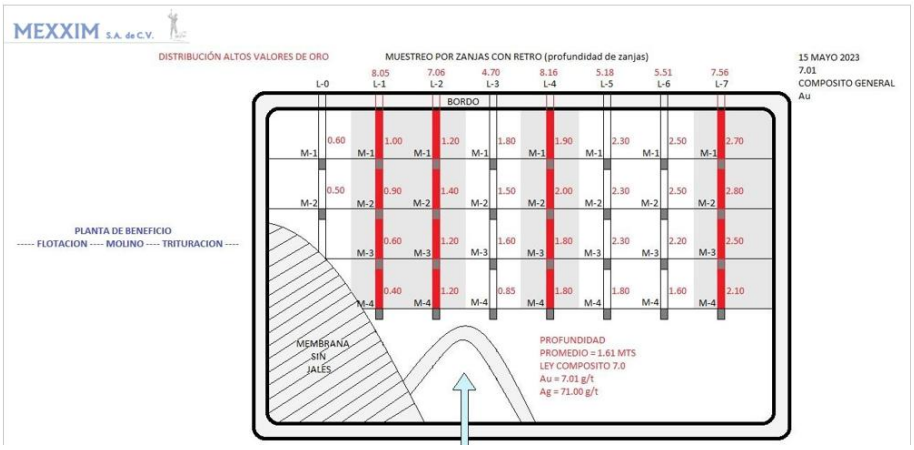


Figura 5. Profundidades del depósito del concentrado dentro de la Presa de Jales no.1 (con geomembrana), que van de 0.4 a 2.8 m en una superficie de 0.49 has.

Esta presa de jales no.1 fue construida en 1996 y cuenta con un sistema de impermeabilización mediante geomembrana de polietileno de alta densidad HPDE, con un espesor de 1 mm, lo que ha permitido la protección del suelo y la prevención de infiltraciones, sin que se tengan registros de afectaciones ambientales asociadas y se encuentra en muy buenas condiciones hasta la fecha.

Descripción de la Etapa 1

Procesamiento de 8000 toneladas por molienda y lixiviación.

Nota importante se estima utilizar en esta Etapa 1, la cantidad de 150 kg de cianuro a la semana, en lotes de 25 kg por día (6 de 7); es decir, 150 kg a la semana x 52 semanas/año, se estima que se utilizarán aproximadamente **7.8 toneladas de cianuro al año**, es decir, nos clasificamos como una empresa sin riesgo o de muy bajo riesgo. En contra parte las **grandes empresas mega mineras**, utilizan cantidades **clásicas de 1000 a 3000 toneladas de cianuro por año**, utilizan de 3 a 8 toneladas de cianuro por día durante años.

Para el retratamiento de estos jales de concentrados ya procesados en el pasado, los cuales corresponden a un total de 8000 toneladas almacenadas, el objetivo de reprocesar estos concentrados, es primero por la cercanía a la planta de procesamiento en Las Flores (150 m), estos contienen cantidades bajas de oro y plata, ahora son significativo por el precio actual en el mercado de valores de metales precisos.

5. Resultados de Microscopia Electrónica de Barrido (MEB)

Los resultados obtenidos con el MEB permitieron identificar diferentes especies minerales los cuales se describen en la Tabla 3:

Tabla 3. Minerales identificados por MEB

Mineral de oro • Electrum (Au-Ag) • Oro metálico (Au)	***Mineral de plata*** • Freibergita ($Ag_6Cu_4Fe_2Sb_4S_{13}$) • Tetraedrita ($Cu_{12}Sb_4S_{12}$) • Tennantita ($Cu_{12}As_4S_{12}$)	***Minerales de plomo*** • Anglesita ($PbSO_4$) • Jamesonita ($PbS.Sb_2S_3$) En trazas: • Galena (PbS) • Altaita (PbTe) • Clausalita (PbSe)	***Mineral de hierro*** • Pirita (FeS_2)
Minerales de arsénico • Arsenopirita (FeAsS)	***Minerales de mercurio*** • Hg(S,Se)	***Ganga no sulfurosa*** • Cuarzo (SiO_2) • Aluminosilicatos de K,Fe,Mg	**Otros** • Jarositas, $KFe_3(SO_4)_2(OH)_3$

Figura 6. Resultados del análisis de la composición mineralógica obtenidos por MEB del concentrado almacenado en la Presa de Jales no.1



Figura 7. Presa de Jales no.1 con 8000 toneladas de concentrado lixiviado.

A) El concentrado lixiviado que se encuentra almacenado dentro de esta geomembrana son 8000 toneladas, inicio su primer deposito desde hace más de 28 años en 1997 y su última depositación fue hace 13 años, en pequeños lotes de procesamiento de 15 t y de manera interrumpida, el mineral concentrado en su origen, tenía un diámetro de partícula <150 µm; por el tiempo de almacenamiento se ha aglutinado formando terrones muy duros. Para volverlos a separar un poco, se hará el uso de una retroexcavadora de capacidad de 3 toneladas, mover el material dentro de la presa de jales no. 1; actualmente este material está aglomerado en terrones de 1” a 2” de diámetro,

la capacidad de cribado es de muy baja escala de procesamiento, será a un ritmo de 100 t por semana.

B) Dentro de la presa de jales no. 1, se va cribar el material concentrado almacenado, utilizando una criba inclinada con una malla de acero de ½” de abertura y tener un producto cernido desde fino a terrones pequeños de <¼”.

C) Se pretende instalar al borde de la presa de Jales una quebradora de martillo de 5 toneladas por hora, para eliminar los terrones que no pasen por la malla de 1/2”.

D) El concentrado cernido a <1/4” se trasladará a una distancia de 100 m a 150 m en camiones de 10 toneladas, para realizar maniobras pequeñas y seguras. Se descargarán en la tolva de concreto de capacidad de 200 t de almacenamiento.

E) La tolva de concreto alimenta por abajo a la banda transportadora (banda no.8), que va directo a descargar a la entrada del molino de bolas Denver 7´x 7.5 ´ de capacidad de 8.5 t/h a +200 mesh… se pretenden remoler 90 toneladas en 2 turnos en periodos cada 6 días, es decir, en 52 semanas procesar 4,680 toneladas de concentrado. Este molino de bolas 7´ x 7.5´ se utilizará solo 16 horas a la semana, en esta etapa 1.

F) El material concentrado será remolido a un tamaño +200 mesh, para liberar los metales preciosos contenidos en una matriz mineralógica más fina.

Actualmente en el sitio Las Flores se encuentran 2 tanques de lixiviación, de capacidad de 15 toneladas de concentrado por cada tanque, con agitación continua de 48 horas.

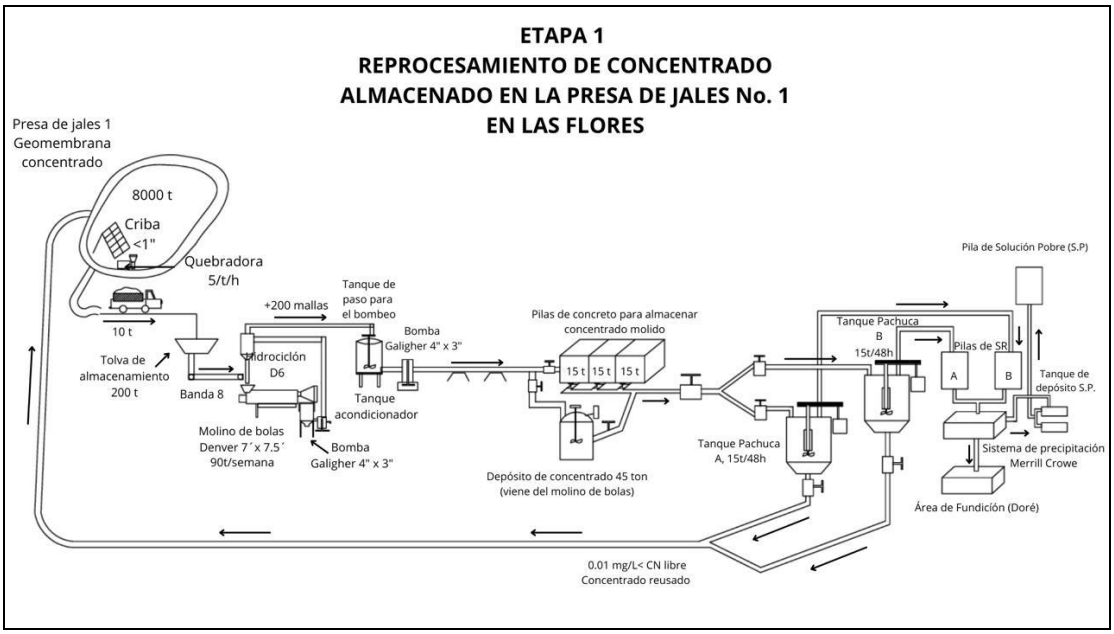


Figura 8. Esquema general de las actividades a desarrollar desde la Presa de Jales no.1 hasta la planta de lixiviación en la Etapa 1.

Cada tanque de agitación es de acero tiene la capacidad de 15 toneladas de concentrado (materia prima que se obtiene de la remolienda del concentrado y que será transferido como lodos por bombeo entre la sección molino y la sección lixiviación).

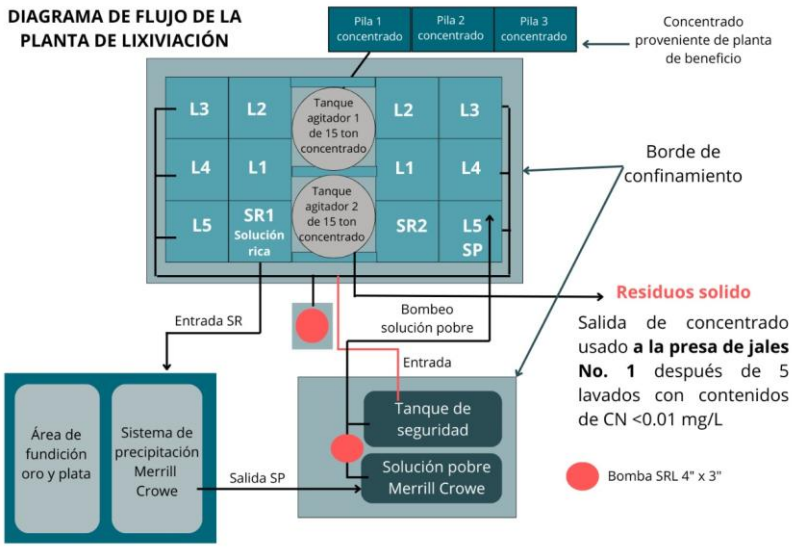


Figura 9.- Diagrama de la planta de lixiviación.

Se cuenta por duplicado dos áreas con 6 pilas de concreto reforzadas cada una de 20 m^3, para las soluciones de lixiviación: la distribución de las pilas será de la siguiente manera:

- 8 pilas para las soluciones de lavados.
- 2 pilas para reserva de soluciones pobres.
- 2 pilas de soluciones ricas.

-Una pila para solución rica por tanque, en donde estas soluciones ricas se enviarán al sistema Merrill Crowe con capacidad de procesamiento de 2 a 3 m^3/h de solución preñada con metales preciosos, para precipitar el oro y la plata disuelto con polvo de zinc, para después fundir el precipitado en un horno de grafito y vendar el Doré (Oro y plata).



Figura 10. Área de precipitación con sistema Merrill Crowe.

Descripción de la Etapa 2

Procesamiento de 72,000 toneladas de lodos de flotación por métodos gravimétricos, estos lodos ya se encuentran almacenados actualmente en la mencionada Presa de jales no.2.

En los bordes de la presa de jales no. 2 en el sitio Las Flores, se instará un arrancador eléctrico 440 V, para poner en funcionamiento una bomba de lodos marca Galigher de 4” x 3” de 15 H.P., que bombeará lodos a través de la centrifuga K-Nelson KC-CD20 que gira y separa los minerales de mayor peso de los ligeros por movimientos concreticos, al paso del lodo por esta gran centrifuga a gran velocidad y el lodo de salida pasará por un equipo Jigs (es el principio de una batea, como es usada por gambusinos en los ríos, solo a mayor escala), aprovechando la misma agua que pasa por el K-Nelson, son concentradores gravimétricos, se obtendrán materiales

separados por peso, unos ligeros las arenas y otro material de mayor densidad con valores de oro y plata gruesa, que paso por la planta de flotación y no floto. Todo el material ligero se regresará ahí mismo a la misma presa de jales no. 2. Aquí se utilizará muy poco volumen de agua fresca de 150 a 200 m^3 por día y la mayor parte de esta agua es reciclada dentro de la misma presa de jales. El agua es solo utilizada para el transporte de las arenas en forma de lodos dentro de las concentradoras gravimétricas. Nota: En esta etapa 2 no se utilizará ningún reactivo químico.

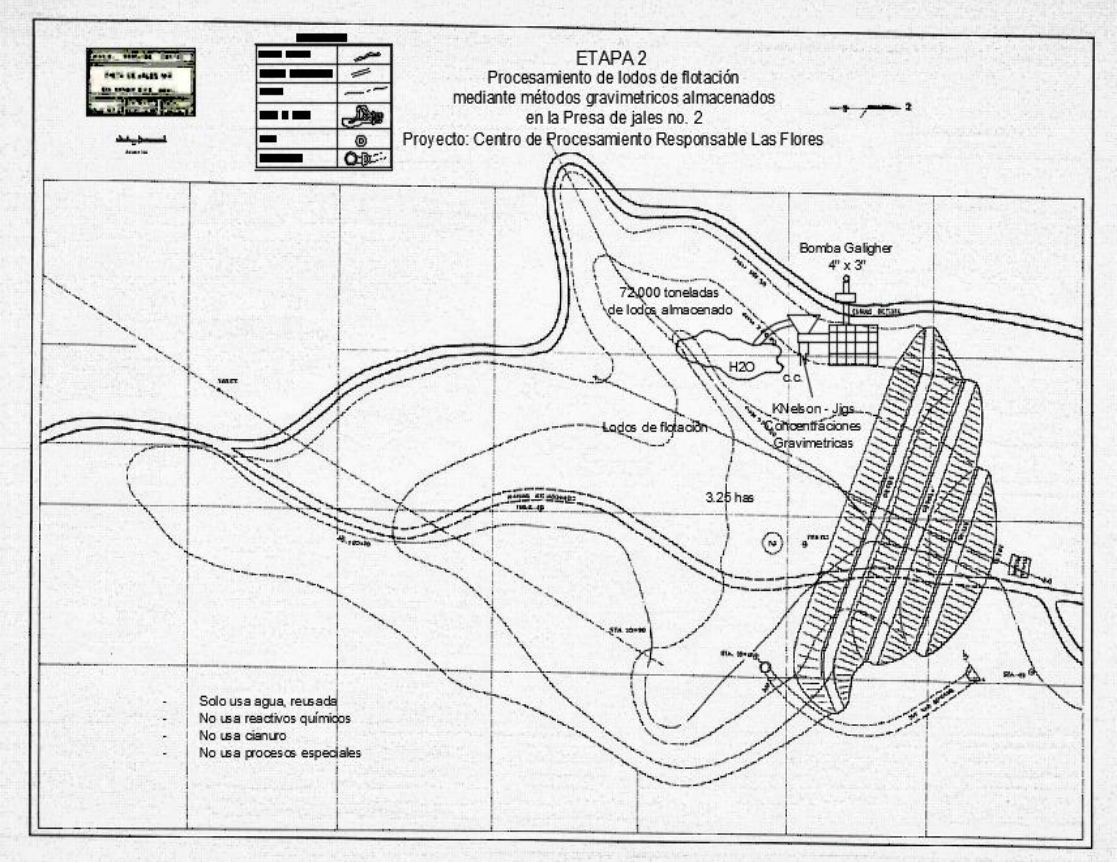


Figura 11. Esquema general de las actividades en la Presa de Jales no. 2, en la Etapa 2.



Figura 12. Concentrador centrifugo K-Nelson CD12MS



Figura 13. FLS… Concentrador centrifugo K- Nelson CD-12 MS separa el mineral por método físico de capacidad de procesamiento de 600 a 1000 t/d.



Figura 14. Imagen JXSC Concentrador gravimétrico Jigs de capacidad de 1000 t/d.

Etapa no. 3

Una descripción más detallada de las etapas de operación es la siguiente:

1.- Ubicación del mineral. Se realizan trabajo de investigación de geología de campo, en acuerdo al concesionario y dueño de estos terreros, para obtener información del mineral que lo compone, conocer sus leyes en metales preciosos y en polimetálicos (Pb y Zn).



Figura 15. Terreros en el Distrito El Triunfo San Antonio.

Los terreros En la zona del Distrito minero El Triunfo San Antonio, su geología está reconstruida en 4 unidades litológicas, en esta zona (Unidad 1 a la Unidad 4).

A continuación, se ordenan las unidades litológicas de edad más antigua a la más reciente.

Unidad 1.- Esta unidad se ha interpretado por muchos autores como de edad Paleozoica Superior, aún sin evidencias paleontológicas. El Consejo de Recursos Minerales en el año de 1974 (Altamirano, 1974) realizó un estudio radiométrico en esquistos del sur de Todos Santos (Cerro La Poza) dando 73.3 ma (millones de años), interpretándose como el último calentamiento de estas rocas. La constitución del batolito Peninsular inicia con la intrusión de dioritas, datadas en 129 ma por Koutz (1995) en (Miller, 1996) y Husback (1984) en 115 ma en la localidad de El Salto a 15 km al NW de El Rosario.

Diorita: Roca ígnea hipabisal color negro, textura negra, textura porfiroblastica, holocristalina de grano fino, constituidas por minerales de hornblenda, plagioclasa, cuarzo e intemperiza a color marrón. Ampliamente distribuida en el área, constituyendo junto con la granodiorita de hornblenda, las unidades más extendidas e intrusionan a la secuencia básica y ultrabásica y al masivo diferenciado granodiorítico.

Unidad 2.- Cuerpo masivo diferenciado de granodiorita y cuarzo-diorita de hornblenda de extensión regional.

> Granodiorita de hornblenda: Roca blanquecina moteada de color negro, textura fanerítica holocristalina, constituida principalmente por minerales de cuarzo, hornblenda, plagioclasa y biotita, varia en textura y en composición.

La Unidad 1 de rocas dioríticas fueron intrusionadas por granodioritas de edad de 91 ma (Koutz) y 85.5 ma (Gastil, 1975) del Cretácico inferior.

Unidad 3.- Complejos básicos y ultrabásicos diferenciados (microdiorita, hornblenda, andesita, gabro, microgabro, hornblenda y piroxenita), el olivino está presente en los gabros, estas rocas forman diques y son intrusivos en la unidad 2, con orientación N-S a NE-SW.

Andesita: Roca color marrón claro a gris verdoso, textura afanitica, de composición intermedia, se presentan en diques intrusionando a la granodiorita e intemperiza a color marrón ocre. Esta unidad se asocia a estructuras mineralizadas y llega a presentar en su matriz diseminación de sulfuros (arsenopirita, calcopirita y pirita) en forma de vetillas finas o diseminado con cristales finos.

Complejo básico y ultrabásico (hornblendita-gabro): Comprende las unidades de gabro, hornblendita, las cuales se consideran como diferenciaciones tardías del intrusivo regional y a posibles emanaciones profundas a través de estructuras regionales. Se presentan en forma de diques o cuerpos intrusivos de forma irregular y dimensiones limitadas.

Unidad 4.- Diques de microgranito, aplita y pegmatita, son esencialmente de granos leucraticos.

Microgranito: Presenta en su composición cuarzo como componente esencial, muscovita y biotita.
Aplita: Cuarzo blanco a cristalino de textura sacaroidal característico.
Pegmatita: Son manifestaciones magmáticas tardías originadas en las etapas finales de solidificación de los masivos intrusivos. Además, son propias de las rocas eruptivas profundas.

Diques Porfido dioritico: Son de color gris claro, textura faneritica, porfiritica, de composición intermedia, compuesta principalmente por minerales de cuarzo, plagioclasa, hornblenda, biotita en una matriz afanitica. Se encuentra formando diques de varios metros de espesor que intrusionan a las unidades anteriores.

Se considera a esta unidad de edad Terciario inferior.

Este mineral expuesto en superficie por más de 200 años se ha intemperizado, el mineral expuesto sobre la superficie de estos montones, cristales de arsenopirita (FeAsS) se han oxidado formando Arsenolita (As_2O_3) un polvo blanco y dan origen a otros óxidos, el azufre en ambientes oxidantes se forman sulfatos (SO_4) Estas reacciones de oxidación dependen de pH y Eh, durante el proceso de oxidación inicial

de la AsFeS se liberan Fe^{+2}, As(III), más tóxico y móvil y S^{2-} , en oxidación avanzada se forman Fe $^{+3}$, As(V) menos móvil y se forman SO_4.



Figura 16. Terreros expuestos en superficie, las rocas son intemperizados por el ambiente.

Esta **Etapa 3.** Una vez acordado con el concesionario y dueño del terrero legalmente, se procederá en conjunto a su remoción y procesamiento; Normalmente se llega al terrero, amontonar el mineral de los taludes empleando para ello el tractor o retroexcavadora y/o una pala mecánica 330.

2.-Carga y transporte.

Para el llenado de los camiones de volteo se empleará un cargador frontal de neumáticos 950. Una flotilla de camiones de volteo con capacidad de carga de 12 a 14 m^3, estarán a cargo del transporte del material.



Figura 17. Carga y transporte del terrero a la planta en Las Flores.

3.- Operación en la planta de beneficio. - El mineral de los terreros tiene un diámetro de rocas desde 15 a 20 cm el cual se depositará en el patio de mineral de la planta de flotación.

La planta de flotación se divide en 3 procesos en una instalación:

a) Trituración

b) Molienda

c) Flotación

Trituración. - La alimentación del mineral a la planta será con un CAT950 o una retroexcavadora y alimentará la quebradora primaria Qui-Quen de quijadas de 24” que fragmenta el mineral de 20 cm Ø a <5 cm Ø, con una capacidad de trituración de 800 toneladas por día; aquí solo se trabajará de 1 a 2 turnos, cuidando que los 2 depósitos estén llenos y triturar solo 180 a 200 t/d.



Figura 18. Trituración.



Figura 19. Tolva secundaria de almacenamiento de 150 toneladas.

La tolva secundaria de acero es de paso, almacena una de cantidad de 150 toneladas.

Y de esta tolva secundaria por banda transportadora de 24”, alimentará a las quebradoras de cono (STD y SH) para reducir a <1/4” Ø de diámetro la partícula de mineral, mediante cribas se separa lo grueso de los materiales < ¼” Ø.



Figura 20. Área de trituración secundaria con quebradoras de conos.

Cuando el material es <1/4” Ø pasa a una tolva de concreto, que tiene una capacidad máxima de 200 toneladas.

Molienda. - El mineral triturado <1/4” Ø y almacenado en tolva de concreto, alimentará al molino de bolas de 7 x 7.5´ para reducir la partícula a <150 µm Ø a un diámetro de arenas finas, diámetro suficiente para la liberación de los sulfuros auríferos con valor económico.

El mineral grueso que saldrá de este molino será enviado a otro molino de bolas de 6 x 6´ para su remolienda, la clasificación de la granulometría será mediante el uso de un hidro-ciclón de 6” y 3” y con el apoyo de bombas de lodos SRL (5”x4” y 4 x 3”).



Figura 21. Área de molienda (molino de bolas).

Flotación. - La flotación es un proceso físico-químico de concentración, para la eliminación del mineral estéril (cuarzos, feldespatos) y la selección del mineral pesado con altos contenidos de fierro, aurífero, argentífero, sulfuro de plomo, sulfuro de zinc, arsenopirita y pirita.



Figura 22. Área de Flotación.

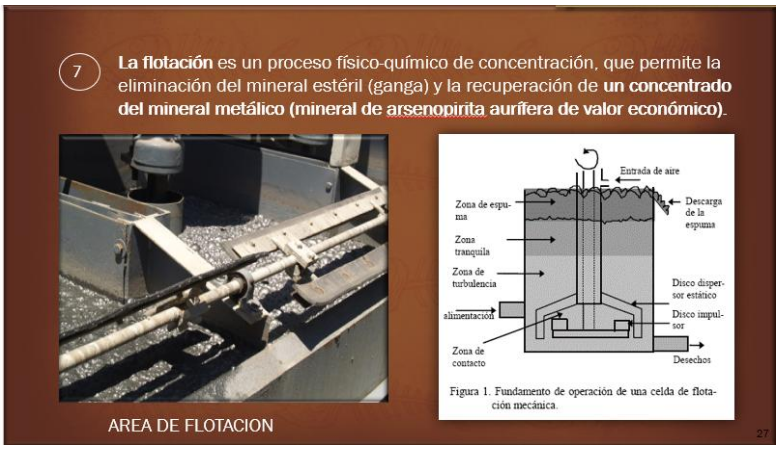


Figura 23. Celdas de flotación en Las Flores en 2018.

El proceso físico-químico se refiere al uso de agentes químicos que tienen la finalidad de cambiar de manera selectiva las cargas iónicas en la superficie del mineral (aspecto químico) y simultáneamente, el uso de un impulsor mecánico para generar burbujas del fondo hacia la superficie (aspecto físico); el mineral seleccionado se adhiere a estas burbujas y flota.



Figura 24. Burbujas con concentrado.

Reactivos utilizados en la Planta de Flotación en la Etapa 3.

La cantidad de reactivo utilizado de cada uno será entre 30 a 35 g por tonelada de mineral que entra al molino de 180 t/d.

Tabla 4. Lista de reactivos en el proceso de flotación, etapa 3.

REACTIVO	NOMBRE	FABRICANTE
AP-31	AEROFLOT 31 PROMOTOR	SYENSQO Advancing Humanity
PF3	PENNFLOAT 3	ARKEMA INC.
A-208	AEROFLOT 208 PROMOTOR	SYENSQO Advancing Humanity
A-404	AEROFLOT 404 PROMOTOR	SYENSQO Advancing Humanity
X-350	XANTATO AMILICO DE POTASIO	SYENSQO Advancing Humanity
CC-350	ESPUMANTE - COLECTOR CC-1065	PQM S.A DE C.V.
MG	MAXGOLD PROMOTOR	SYENSQO Advancing Humanity
CuSO4	SULFATO DE COBRE A GRANEL	PQM S.A DE C.V.
DP6	DP-6	PQM S.A DE C.V.
AP	ACEITE DE PINO CONCENTRADO	PQM S.A DE C.V.
H_2SO_4	ÁCIDO SULFÚRICO	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
$FE_2(SO_4)_3$	SULFATO FÉRRICO	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.

Reactivos utilizados en la Etapa 1 y Etapa 3

Tabla 5. Lista de reactivos en el proceso hidrometalúrgico o lixiviación.

REACTIVO	NOMBRE	FABRICANTE
NaCN, KCN	CIANURO DE SODIO O DE POTASIO	cyPlus Idesa S.A de C.V.
CaO, $Ca(OH)_2$	CAL, CALHIDRA	PROVEEDOR LOCAL
DP6	DP-6	PQM S.A DE C.V.
-	AGRAL	NAY-CHEM S.A de C.V.
$Pb(C_2H_3O_2)_2$	ACETATO DE PLOMO	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.

NaClO	HIPOCLORITO DE SODIO	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
Zn	ZINC	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
$Na_2B_4O_7 .10H_2O$	BORAX	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
$Na2CO_3$	CARBONATO DE SODIO	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
SiO_2	DIATOMITA	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
R-1 y R-2	Gold AXXION	GOLDEN AXXION
$CuSO_4$	SULFATO DE COBRE	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
H_2O_2	PEROXIDO DE HIDROGENO	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
H_2SO_4	ACIDO SULFURICO	SUMINISTROS AZ S.A. de C.V.
$FE_2(SO_4)_3$	SULFATO FÉRRICO	SUMINISTORS AS S.A. de C.V.

Aquí el concentrado obtenido por flotación, se puede enviar a la planta hidrometalúrgica de lixiviación contigua dentro de Las Flores, utilizando 15 kg de CN por lote de 15 toneladas por ser concentrado fresco, procesando lotes de 30 toneladas en 2 tanques en 48 horas o/y se puede enviar el concentrado fresco recién obtenido, como carga vía terrestre en tráiler en caja cerrada al continente; para su disposición final en lotes de 30 toneladas, a empresas que compran el concentrado por sus contenidos en metales preciosos, aquí depende de las condiciones del mercado y las restricciones de las características en composición mineralógica del concentrado, que imponen las empresas que aceptan estos materiales.

En la superficie de la celda de flotación, se forma una cama de burbujas espesas, que son colectadas con una paleta giratoria mecánica; y con la ayuda de un flujo de agua el concentrado rico en oro y plata son transportado por bombeo el patio de secado a un 15% de humedad.



Figura 25. Patio de secado de concentrado.



Figura 26. Concentrado semi seco.

La transportación del material de los terreros para la alimentación de la planta se efectuará en camiones de 12 a 24 toneladas (t) tipo góndolas a una capacidad de 90% y cubiertos con lona.

Los productos finales de concentrados de sulfuros ricos en plomo y zinc se prevé transportarlos secos y empaquetados en tráiler de 30 toneladas a la planta de Peñoles, Mercuria, en el macizo continental.



Figura 27. Concentrado de sulfuros empaquetado.

Se empaca en bolsas etiquetadas en megabag de lona, en cantidades de 1.5 toneladas y se confinan temporalmente hasta tener 1 lote de 30 toneladas en 40 a 48 horas.



Figura 28. Trailer con 30 toneladas de sulfuros con metales pesados.

Se contrata una empresa para su traslado en camiones cerrados de capacidad de 30 toneladas, en un transporte seguro al continente para su reprocesamiento y disposición final de estos concentrados.



Figura 29. Concentrado de sulfuros de la planta Las Flores recibido en Manzanillo.



Figura 30. El Concentrado de sulfuros de El Triunfo fue rumbo a China.

La empresa que compra el concentrado con sulfuros, con contenidos de arsenopirita, metales y metales preciosos los envían hasta China con otros concentrados producidos a Nivel nacional con estas mismas características. Esta acción de limpieza de los terreros abandonados en este Distrito minero, apoyaremos al Gobierno Federal en reducir un Pasivo histórico que tanto daña al ambiente desde hace 200 años en el Distrito Minero El Triunfo - San Antonio en B.C.S.

II.2.1 Programa general de trabajo

Las fechas tentativas de inicio de los trabajos por etapa son las siguientes:

Tabla 6. Programa general de trabajo

ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACION
Adquisición de la empresa	2007	2008
Programa de actividades	2026	2040
Inicio de actividades de rehabilitación del Centro de procesamiento responsable	2026	2028
Operación después de la AMIA	2026	2041
Restauración	2040	2041
Abandono	2041	2042

II.2.2 Preparación del sitio

Durante la preparación del sitio en Las Flores, asociada a la rehabilitación de la planta de beneficio metalúrgico, no se prevé la alteración de los recursos ambientales primarios, toda vez que el área del proyecto ya fue previamente intervenida como resultado de actividades mineras históricas.

Las modificaciones realizadas en el sitio se llevaron a cabo en su momento conforme a las recomendaciones y condicionantes establecidas en las autorizaciones ambientales previamente otorgadas. Asimismo, durante dichas actividades se implementó un programa de rescate y reubicación de especies de flora endémica, permitiendo su establecimiento en áreas contiguas al proyecto, así como la reubicación natural de la fauna silvestre hacia zonas adyacentes con cobertura vegetal similar.

En consecuencia, la etapa de preparación del sitio se limitará a actividades de rehabilitación y acondicionamiento de infraestructura existente, **sin requerir nuevas remociones de vegetación, desmontes, ni movimientos de tierra adicionales que generen impactos ambientales** distintos a los previamente evaluados.

II.2.3 Construcción de obras mineras.

El proyecto no contempla la construcción de obras mineras: ni subterránea ni a cielo abierto; se cuenta con zonas construidas de vivienda, campamentos, comedores ni instalaciones para alojamiento del personal. El personal a emplear será principalmente originario de los poblados de San Antonio y El Triunfo, así como de rancherías aledañas y, en menor proporción, de la ciudad de La Paz. Dada la cercanía del sitio del proyecto, a distancias aproximadas de 11 a 15 km, no será necesario el establecimiento de infraestructura habitacional temporal.

El sitio del proyecto cuenta con servicios sanitarios fijos, los cuales serán utilizados por los trabajadores durante la jornada laboral, sin requerirse instalaciones sanitarias adicionales de carácter provisional. Cada trabajador será responsable de llevar sus alimentos personales, permaneciendo en el sitio únicamente durante las horas efectivas de trabajo.

Para la correcta ejecución de las actividades, se designará un responsable del proyecto, quien tendrá a su cargo la coordinación del personal, el cumplimiento de los programas de trabajo y la observancia de las medidas de seguridad y ambientales establecidas.

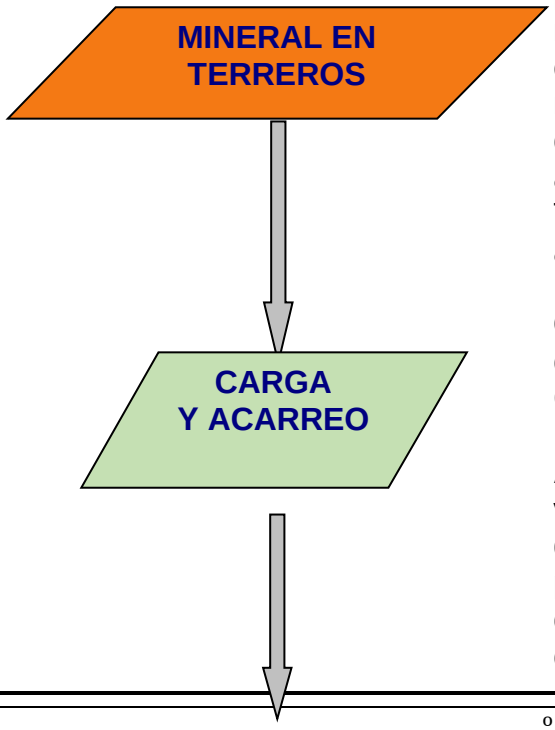
Las jornadas laborales se desarrollarán de manera regular en un horario de 08:00 horas, de lunes a domingo.

II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales.

OBRA O ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Construcción de las obras de desarrollo y auxiliares	**Frentes y Niveles:** **No se tienen contemplado la extracción de minerales de ningún tipo de desarrollo minero:** **ni por minado subterráneo y ni a cielo abierto.** solo se contempla: Realizar actividades en El Centro de Tratamiento responsable Las Flores, tratamientos de terreros, reusar los jales de flotación y lixiviación de Las Flores. **Caminos:** No será necesario la apertura de nuevos caminos, el sitio Las Flores ya cuenta con caminos de acceso y solo se darán mantenimiento con equipo moto conformadora propia.
Construcción de instalaciones	**Sanitarios**: Se cuenta con sanitarios o baños fijos, para evitar el fecalismo al aire libre.

II.2.5 Etapa de operación y manteniendo

Centro de Tratamiento Responsable Las Flores

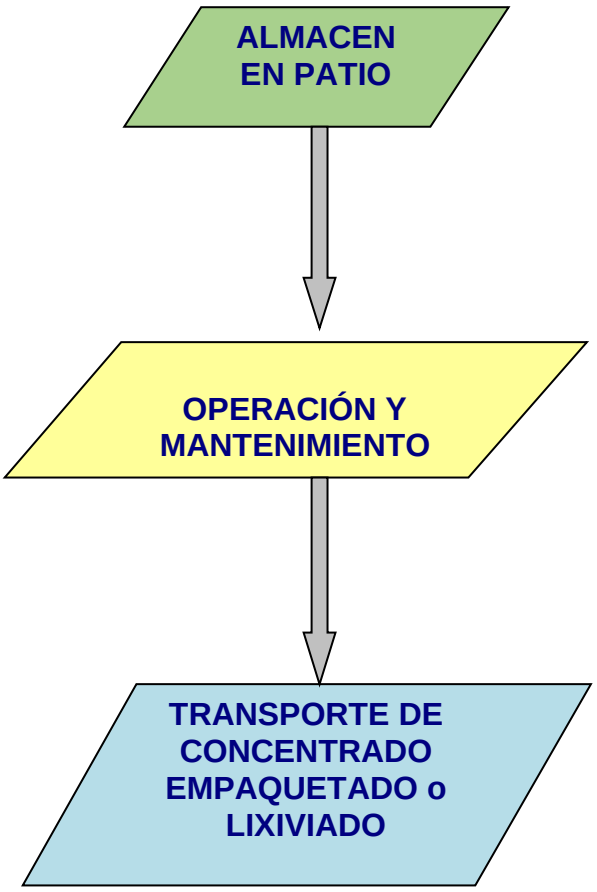


En cuanto a la operación se propone el siguiente diagrama.

TERREROS. Consiste en extraer el material producto del aprovechamiento de forma mecánica removiendo el mineral ya depositado en superficie, utilizando la maquinaria citada más delante de este estudio y se realizará conforme al proyecto presentado, carga y acarreo desde los terreros desde la zona El Triunfo-San Antonio, B.C.S. En común acuerdo con los propietarios de estos.

Carga: Consiste en subir el material a los camiones de volteo con la ayuda de un CAT988 o un 330.

Acarreo: Una vez cargados los vehículos de volteo se llevará a su destino final y recorrerán distancias variables evitándose la fuga de polvos ya sea humedeciendo la capa superior o cubriendo a los camiones con una lona y la cantidad de acarreos será conforme al material



requerido por la planta de flotación.

Almacén: Una vez llegado el mineral a la planta se depositará por corto tiempo en el mismo predio en el patio de almacenamiento conforme vayan llegando.

Operación y Mantenimiento: En esta etapa de operación del proyecto no.3 se requerirá del manejo de reactivos para los procesos de flotación de los sulfuros y lixiviación (Aceite de pino, aerofloth208, 404, CC1065 y Xak), KCN, NaCN, R-1, Cal (CaO), DP6, Acetato de plomo, Zinc en polvo, Agua Oxigenada H_2O_2 al 50% y sulfato de cobre(reactivo para eliminar el cianuro libre) y el mantenimiento de la maquinaria y equipo, que se encuentre en el área de aprovechamiento y se consideran acciones o reparaciones menores (engrasado, cambio de bandas entre otras) y las reparaciones mayores se hará en talleres externos de acuerdo a los requerimientos, tomando en cuenta las medidas de seguridad para evitar derrames de combustibles, lubricantes y otros materiales impregnados de estas substancias sin que afecte el desarrollo del mismo y las buenas condiciones de operación en el banco de explotación y del área de maniobras.

No se identifican programas específicos asociados al presente proyecto. No obstante, como parte del compromiso con la conservación de los recursos naturales, el propietario participará en su momento, en actividades de conservación y protección ambiental dentro del área del proyecto y su entorno inmediato, en concordancia con la normatividad ambiental aplicable y las disposiciones que, en su caso, establezca la autoridad competente.

II.2.6. Etapa de abandono del sitio (*post-operación*)

De conformidad con lo establecido en la Ley Minera y la normatividad ambiental aplicable, al término de la vida útil del proyecto se llevará a cabo la rehabilitación del sitio, con el objetivo de garantizar la estabilidad física, química y ambiental de las áreas intervenidas.

Al concluir la depositación definitiva de materiales en la Presa de Jales no. 2, se procederá a la construcción de un rebosadero superficial definitivo, el cual permitirá asegurar de manera permanente la estabilidad estructural y la seguridad hidráulica de la presa. Cabe señalar que la construcción de dicho rebosadero definitivo no es técnicamente viable durante la fase de operación, debido al incremento gradual del nivel de sedimentos en el depósito; por tal motivo, durante la etapa operativa se cuenta con un rebosadero por galería, diseñado para garantizar la seguridad del muro y el adecuado manejo de escurrimientos durante la operación y mantenimiento de la planta.

En lo que respecta a la Presa de Jales no. 1, al finalizar la vida útil del proyecto, el material depositado y almacenado será evaluado para su tratamiento mediante un procedimiento alternativo, toda vez que dicho residuo presenta valor económico potencial para la empresa. En caso de que este material sea aprovechado o comercializado a granel, y tratar de ser eliminado su presencia en el área del proyecto.

II.2.7. Utilización de explosivos

No se utilizarán explosivos. El proyecto no contempla el uso de explosivos en ninguna de sus etapas. Debido a la naturaleza de las obras y a las características del proceso de la planta de beneficio metalúrgico, no es necesaria la utilización de explosivos, ni durante la operación de la planta, ni en las actividades de remoción y manejo del mineral proveniente de los terreros.

Las actividades previstas se limitarán a operaciones de carga, acarreo y procesamiento de material previamente expuesto en superficie, **no habrá la ejecución de obras de extracción minera subterránea ni a cielo abierto**, lo cual elimina la necesidad de emplear explosivos y reduce la generación de impactos asociados a vibraciones, ruido y proyección de materiales.

II.2.8. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Residuos sólidos: Los residuos sólidos generados por el proyecto serán de carácter no peligroso, principalmente de tipo doméstico, derivados de las actividades cotidianas

del personal. Estos residuos incluyen cartón, papel, vidrio, aluminio, plásticos y desechos orgánicos.

La cantidad estimada de residuos sólidos producidos será variable, con un promedio diario aproximado de 10 a 50 kg, en función del número de trabajadores y las actividades realizadas.

Todos los residuos serán depositados temporalmente en contenedores adecuados, ubicados dentro del sitio del proyecto, y serán recolectados y transportados de manera diaria mediante un vehículo particular al tiradero a cielo abierto localizado en la población de San Antonio, donde se les dará su disposición final, conforme a las prácticas de manejo de residuos sólidos urbanos de la localidad.

El manejo de los residuos se realizará de manera que se evite su dispersión en el entorno, minimizando riesgos de contaminación al suelo, agua y aire.

Los residuos sólidos del proceso de lixiviación:

La planta de lixiviación cuanta con 2 tanques de agitación medidas 12’ por 12’ con base cónica, se agita el concentrado 24 horas, tiene una capacidad de agitación de 15 toneladas de mineral concentrado con leyes mínimo de 15 a 7 g/t oro y 25 metros cúbicos de agua, se emplearan 1 g/L de cianuro (de Sodio o Potasio) y 5 g/L de cal (CaO), DP6 y oxigeno puro y al final de la agitación después de 8 horas, la concentración de cianuro es de g/L, se debe a la relación directa con la disolución del oro, la disminución de la concentración de cianuro después de la agitación es por la oxidación con el aire comprimido introducido a la solución durante el proceso.

Abajo de los tanques de lixiviación se tiene 12 pilas de capacidad de 25 m^3 cada una, para almacenar las soluciones de lavados del concentrado usado (como se tienen 2 tanques de agitación tipo Pachuca, se consideraron 6 pilas de 25 m^3 para cada lote en procesamiento) y un bordo de confinamiento.



Figura 31. Planta hidrometalúrgica o de lixiviación (proceso en Las Flores.

A los residuos sólidos que quedan en el tanque de agitación como tienen un 20 % de humedad, se le realizaran 5 lavados antes de ser descargados en la presa de jales No. 1 impermeabilizada, a continuación, se describen las concentraciones de los valores y reactivos con las diluciones en cada etapa de los lavados.

Solución rica

Se adiciona 80% de agua, mas la solución residual se obtiene la siguiente dilución de 5 veces quedando 3 g/L de oro, 0.75 g/L de cianuro libre, que se extrae el 80 % de la solución que se envía a la pila de concreto no.1

L1 Lavado No.1

Se adiciona 80% de agua, mas la solución residual se obtiene la siguiente dilución de 5 veces quedando 0.6 g/L de oro, 0.15 g/L de cianuro libre, que se extrae el 80 % de la solución que se envía a la pila de concreto no.2

L2 Lavado No.2

Se adiciona 80% de agua, mas la solución residual se obtiene la siguiente dilución de 5 veces quedando 0.12 g/L de oro, 0.003 g/L de cianuro libre, que se extrae el 80 % de la solución que se envía a la pila de concreto no.3

L3 Lavado No.3

Se adiciona 80% de agua, más la solución residual se obtiene la siguiente dilución de 5 veces quedando 0.024 g/L de oro, 0.006 g/L de cianuro libre, que se extrae el 80 % de la solución que se envía a la pila de concreto no.4

L4 Lavado No.4

Se adiciona 80% de agua, más la solución residual se obtiene la siguiente dilución de 5 veces quedando 0.0048 g/L de oro, 0.0012 g/L de cianuro libre, que se extrae el 80 % de la solución que se envía a la pila de concreto no.5

L5 Lavado No.5

Se adiciona 80% de agua, más la solución residual se obtiene la siguiente dilución de 5 veces quedando <0.00096 g/L de oro**, Aquí se adiciona 25 L de Peróxido de Hidrogeno al 50% y 2 kg de Sulfato de cobre, para eliminar el 99 al 100 % de cianuro presente residual libre, en donde se tendrá <0.01 mg/L de cianuro libre**, esta solución es la que sirve para evacuar los sólidos del tanque. La pulpa de sólidos de concentrado ya tratado por lixiviación se envía a la presa de jales No. 1 previamente impermeabilizada.

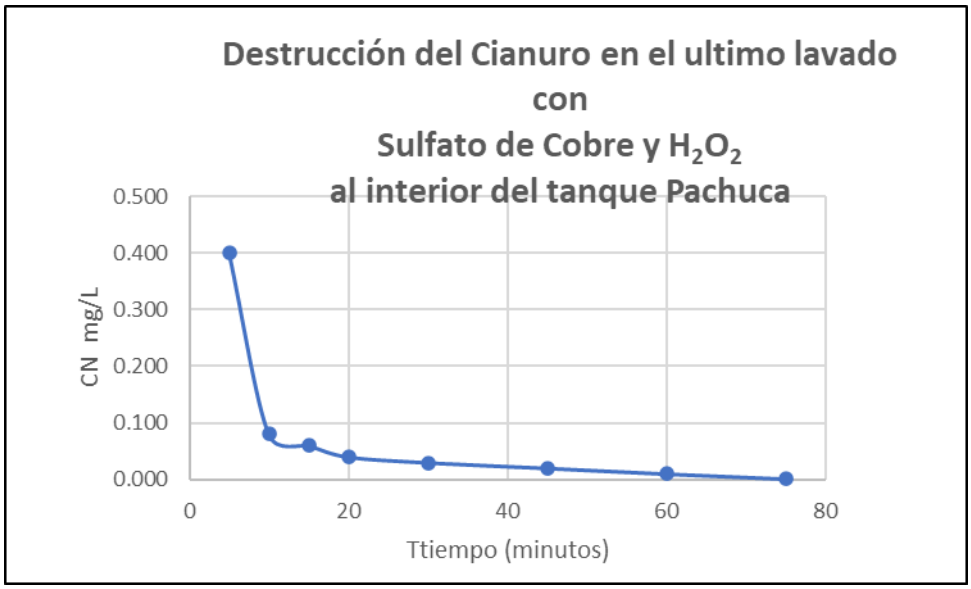


Figura 32. Destrucción del Cianuro en el último lavado con Sulfato de Cobre y H2O2 al interior del tanque Pachuca.

Norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, indica los siguientes límites máximos permisibles:

	PROMEDIO DIARIO	INSTANTANEO
Cianuro (mg/L)	<1.0	< 2.0
Arsénico (mg/L)	0.1	0.2
Plomo (mg/L)	0.1	0.2
Zinc (mg/L)	10.0	20.0
pH	6 - 9	6 - 9

Cumpliendo con los parámetros anteriores, de esta Norma, que trata de las Aguas Residuales arrojadas en cuerpos receptores como redes colectoras, ríos, cuencas, aguas marinas y demás depósitos. En nuestro caso, el pH y el contenido en cianuro estarán en conformidad con los límites permisibles. Además, la Geomembrana instalada en la Presa de Jales no. 1 impide el contacto directo entre el suelo y el acuífero correspondiente y, en caso por descarga por rebosadero el tiempo de lluvias intensas la salida de solución residual ya diluida se diluirá más, respespetando la Norma y no perjudica al ambiente.

Del proceso de lixiviación se obtiene 5 soluciones: la solución rica es enviada al proceso de precipitación mediante el sistema Merrill Crowe; y las otras 4 soluciones de lavados por sus contenidos en oro y de reactivos son recicladas para los siguientes procesos de lixiviación.

Al siguiente llenado del tanque de lixiviación con 15 toneladas de concentrado nuevo de la planta de flotación, se utilizará la solución de lavado no. 1 para el tratamiento de agitación con cianuro y se realizan ajustes de los contenidos en un 40 % de sólidos, con 1.0 g/L cianuro libre y 5.0 g/L de cal, y el proceso de agitación durante 24 hrs. Volviéndose a obtener 1 solución rica y 4 de lavados (se utilizan las soluciones L2 anterior para el lavado L1 nuevo, L3 anterior para L2 nuevo. L4 anterior para L3 nuevo, y solución agua limpia para L4 y L5 para la descarga (manteniéndose la proporción de cianuro y cal antes explicada).

La solución pobre obtenida en el proceso de precipitación entrara también en el sistema de reciclado (como L3 o L4 o como compensación de volumen perdido por

evaporación).

Soluciones de lixiviación (20m3/pila)

(Con concentrado de 7.7 a 45 g/t Au)

	Au g/m3	CN g/L	Cal g/l
Condición inicial			
Soluciones de ataque	0	1.0	2.5
Condición final			
Solución rica	3	0.75	1.0
Lavado L1 pila 2	0.6	0.15	0.2
Lavado L2 Pila 3	0.12	0.03	0.04
Lavado L3 Pila 4	0.024	0.006	0.008
Lavado L4 Pila 5	0.0048	0.0012	0.0016
Descargas a la Presa de Jales no.1			
Lavado 5	< 0.00096	< 0.00001	>0.00032

Este procedimiento de lavados sucesivos nos permite a la vez, disminuir la concentración de cianuro por debajo de la norma autorizada (0.01 mg/L, para 1.0 mg/l autorizado) y recuperar totalmente el oro disuelto.

El procedimiento no continuo de lixiviación por agitación, lavados sucesivos y reciclajes de las soluciones de lavados, genera muy poco volumen de solución de descarga 15 m^3, con concentración de cianuro libre mucho más debajo de los hechos por procedimientos clásicos de lixiviación por agitación continua (<0.01 mg/L). El procedimiento no continuo es particularmente bien adaptado a las condiciones desérticas, por su pequeño consumo de agua y la minimización del impacto ambiental.

La selección de este procedimiento después de ensayos en laboratorios universitarios y ensayos pilotos sobre el sitio representa una inversión importante realizada por la empresa, y **por esta razón constituye una información estrictamente confidencial,** no se puede comunicar a terceros.

II.2.9. Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

Uso de las Presa de jales 1 actualmente construida con muro de con tensión la cual se encuentra recubierta e impermeabilizada con geotextil y laina de polietileno HPDE de 1 mm de espesor, donde se almacenarán los concentrados de sulfuros utilizados en el

proceso de lixiviación. Estos concentrados usados son los residuos de concentrados tratados en el tanque agitador, los cuales saldrán con la solución ultima de lavado, **se adiciona Peróxido de Hidrogeno al 50% y 2kg de Sulfato de cobre, para eliminar el 99 al 100 % de cianuro presente residual, en donde se tendrá una solución <0.01 mg/L de cianuro libre** de regreso a la Geomembrana. El pH de la solución residual que se obtendrá de la planta de lixiviación será del orden de 8, condición para que actúe la desintegración natural para la eliminación del cianuro en CO_2 y NO_2.

Los lodos de la planta de flotación. - La geología regional del Distrito Minero El Triunfo - San Antonio: está constituido principalmente en rocas granodioritas, con vetas de piritas y arsenopiritas, calcopiritas, blendas y galenas, en la zona existe rocas intrusivas de rocas dioríticas, microdiorítas y hornblenditas en menor grado. La granodiorita (Cretácico Superior) es la roca encajonante de la mineralización de los sulfuros auríferos. La planta de beneficio tiene la finalidad de separar los componentes de la granodiorita, minerales de baja densidad en peso (material ligero) que corresponde al componente de los lodos que será almacenado en la Presa de Jales no. 2; de los sulfuros de alta densidad en peso (material pesado), tratados por lixiviación para extracción de los valores de oro y plata y finalmente almacenados en la presa de jales no.1.

Uso de la Presa de Jales 2 actualmente ya está construida y cuanta con 60,000 a 72,000 toneladas de arena depositadas de la molienda de la planta de flotación procesada en noviembre 1997 a 1999 y de 2009 al 2018, la cortina está hecha con 3 muros de contención superpuestos para el almacenamiento de arenas finas del proceso de la planta de beneficio.



Figura 33. Presa de Jales no. 2, contiene los lodos de Flotación.

CAPITULO III

III.- VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO

III.1 Análisis de los instrumentos de planeación, marco jurídico e instrumentos de política ambiental

El presente capítulo tiene por objeto demostrar la forma en que el proyecto se vincula y se apega a los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental en los ámbitos internacional, federal, estatal y municipal, así como a los instrumentos de ordenamiento ecológico y de planeación del territorio vigentes para el estado de Baja California Sur y el municipio de La Paz.

Asimismo, se analiza la compatibilidad del proyecto con el uso de suelo y, en su caso, los requerimientos para la regularización o acreditación de dicho uso, considerando que las actividades se desarrollan sobre sitios previamente impactados por actividades mineras históricas, próximos a la localidad de San Antonio.

III.2 Ámbito internacional

México es parte de diversos acuerdos multilaterales ambientales que establecen principios y compromisos relevantes para un proyecto de remediación de pasivos mineros:

1. *Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)*

   En vigor para México desde 1993, orienta las acciones hacia la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de los recursos genéticos. La recuperación de suelos y cuerpos de agua potencialmente contaminados por jales mineros es consistente con los objetivos del CDB en cuanto a reducir presiones sobre ecosistemas y especies.

2. Convención Ramsar sobre Humedales de Importancia Internacional

Tratado intergubernamental para la conservación y uso racional de humedales, en vigor desde 1975. Aunque el área de proyecto es terrestre y serrana, es importante considerar la posible conexión hidrológica de los escurrimientos de la cuenca de San Antonio hacia sistemas costeros y humedales del Golfo de California, en el municipio de La Paz, se encuentra los sitios Ramsar enlistados en la tabla 7.

Tabla 7. Humedales de importancia internacional designados según la Convención RAMSAR en el municipio de La Paz.

Nombre del humedal	**Número de designación RAMSAR**	**Fecha de designación**	**Tipo**	**Superficie**	**Descripción**
Balandra	1 767	02/02/2008	Marino-costeros	448.67	El área propuesta incluye dos humedales: Balandra y El Mérito. Balandra cuenta con el manglar más grande dentro de la Bahía de La Paz, ubicada en el Golfo de California. En el manglar de Balandra se desarrollan especies de flora y fauna tanto terrestres como marinas. Las raíces constituyen un sustrato para diversos organismos y forman un filtro que favorece la decantación del material orgánico e inorgánico que transportan las corrientes. La comunidad vegetal tanto de Balandra como de El Mérito está compuesta por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco).
Humedales Mogote – Ensenada La Paz	1 816	02/02/2008	Marino-costeros	9184.07	La Ensenada de La Paz, zona de ubicación del sitio propuesto, es una laguna costera adyacente a la planicie costera de La Paz, se encuentra separada de la Bahía de La Paz por una barrera arenosa (El Mogote), con

					aportes de agua pluvial temporal de verano. Los manglares estructuralmente cuentan en su mayoría, con planicies de inundación (zonas de inundación intermareales), y cuerpos internos de agua, conformando pequeñas lagunas. En su margen Norte presenta un frente de duna o barra de arena denominada El Mogote, que la separa de la Bahía de La Paz, y en la parte interior, hacia la ensenada, lo bordean manglares. En general las riberas presentan vegetaciones halófitas y la cobertura vegetal circundante es de bosque bajo caducifolio tipo Sarcocaule.
Oasis de la Sierra El Pilar	1 794	02/02/2008	Continentales, Artificiales	18080 2.63	El oasis de la Sierra El Pilar está ubicado en los Municipios de La Paz y Comondú, no menos del 25% de las especies de peces que habitan los humedales de estas cuencas son especies endémicas como: *Fundulus lima* y *Gobiessox juniperoserrai*. Este sitio está constituido principalmente por las cuencas: San Luis (Las Bramonas), Santa Rita, y El Pilar–Las Pocitas. El nivel de endemismo de peces en dichas cuencas es alto. En los oasis se desarrolla vegetación riparia en la que sobresale la palma *Washingtonia robusta*, endémica de la península de Baja California. Estos humedales son corredores y refugios de flora y fauna de diversas condiciones, tantas aves migratorias. Entre montañas, lomeríos y valles estos oasis se caracterizan por una vegetación donde sobresalen los palmares, tunas y cactáceas, rodeada por matorral sarcocaule y cardonal.

					Los humedales constituyen recursos naturales con beneficios y actividades económicas a la ganadería y la agricultura.

3. *Acuerdo de París sobre Cambio Climático y NDC de México México, como Parte del Acuerdo de París (adoptado en 2015***).**

   Ha presentado y actualizado sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), que incluyen metas de mitigación y adaptación. Aun cuando el proyecto no es un gran emisor, la remediación de pasivos ambientales contribuye a aumentar la resiliencia de ecosistemas y comunidades frente al cambio climático, alineándose con los componentes de adaptación de la NDC 3.0 de México.

En conjunto, estos instrumentos internacionales refuerzan el enfoque del proyecto hacia la prevención de la contaminación, la conservación de la biodiversidad y el uso racional de recursos, principios que se reflejan en la legislación nacional.

III.3 Ámbito Federal

A nivel Federal, los principales ordenamientos vinculados con el proyecto son:

1. *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*

   Artículo 4, párrafo quinto, articulo 25, párrafo sexto, y articulo 27, que se refieren al derecho que tiene toda persona a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; bajo los criterios de equidad social y productividad para que las empresas del sector privado usen en beneficio general los recursos productivos, cuidando su conservación y el ambiente. De igual forma, señalan la obligación de cumplir las disposiciones emitidas para regular, en beneficio de la sociedad, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, orientado al mejoramiento de las condiciones de vida. Todo ello en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, a fin de evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que pudieran afectar la propiedad en perjuicio de la sociedad (CPEUM, 2025).

2. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) La LGEEPA es el ordenamiento marco en materia ambiental; Última Reforma DOF 14-11-2025.*

   La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) constituye el ordenamiento jurídico marco en materia ambiental en México, cuyo objeto es propiciar el desarrollo sustentable, establecer las bases para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como regular el aprovechamiento de los recursos naturales y la prevención y control de la contaminación.

   El proyecto se vincula de manera directa con los principios, objetivos y disposiciones establecidos en la LGEEPA, en particular con los siguientes aspectos:

   a) Desarrollo sustentable y aprovechamiento racional de los recursos naturales.

   El proyecto se concibe bajo criterios de aprovechamiento responsable, en congruencia con los principios de desarrollo sustentable establecidos en la LGEEPA, buscando un equilibrio entre la actividad productiva, la protección ambiental y el beneficio social, sin comprometer la integridad de los ecosistemas ni la disponibilidad futura de los recursos naturales.

   b) Prevención y mitigación de impactos ambientales

   En cumplimiento de la LGEEPA, el proyecto incorpora medidas orientadas a la prevención, mitigación y, en su caso, compensación de los impactos ambientales, priorizando la prevención del daño ambiental sobre su corrección. Las actividades se desarrollarán de manera gradual y controlada, minimizando afectaciones al suelo, la vegetación, la fauna y otros componentes ambientales del área de influencia.

3. *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)* Regula la prevención, valorización y gestión integral de los residuos, incluidos los residuos peligrosos y de manejo especial; Última Reforma DOF 08-05-2023.

Define obligaciones para generadores y manejadores de residuos, así como la necesidad de planes de manejo. Resulta clave para definir la clasificación de los materiales extraídos de los terreros (residuos mineros) y su manejo adecuado.

4. *Ley de Minería. Última Reforma DOF 08-05-2023*

La Ley de minería regula la exploración, explotación y beneficio de minerales, así como la responsabilidad ambiental de las actividades mineras. El proyecto no busca reactivar actividades extractivas, el proyecto incorpora criterios de prevención ambiental, manejo adecuado del suelo y respeto a los usos del territorio.

Artículo 2. Se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, la exploración, explotación, y beneficio de los minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, así como de las salinas formadas directamente por las aguas marinas provenientes de mares actuales, superficial o subterráneamente, de modo natural o artificial y de las sales y subproductos de éstas.

Artículo reformado DOF 28-04-2005

Artículo 3.- Para los efectos de la presente Ley se entiende por:

I.- Exploración: Las obras y trabajos realizados en el terreno con el objeto de identificar depósitos de minerales o sustancias, al igual que de cuantificar y evaluar las reservas económicamente aprovechables que contengan;

Fracción reformada DOF 26-06-2006

II.- Explotación: Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales o sustancias existentes en el mismo, y

Fracción reformada DOF 26-06-2006

III.- Beneficio: Los trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos.

Artículo 4. Son minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos los siguientes:

Párrafo reformado DOF 28-04-2005

I. Minerales o sustancias de los que se extraigan antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, bromo, cadmio, cesio, cobalto, cobre, cromo, escandio, estaño, estroncio, flúor, fósforo, galio, germanio, hafnio, hierro, indio, iridio, itrio, lantánidos, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, niobio, níquel, oro, osmio, paladio, plata, platino, plomo, potasio, renio, rodio, rubidio, rutenio, selenio, sodio, talio, tantalio, telurio, titanio, tungsteno, vanadio, zinc, zirconio y yodo;

Fracción reformada DOF 28-04-2005

II. Minerales o grupos de minerales de uso industrial siguientes: actinolita, alumbre, alunita, amosita, andalucita, anhidrita, antofilita, azufre, barita, bauxita, biotita, bloedita, boemita, boratos, brucita, carnalita, celestita, cianita, cordierita, corindón, crisotilo, crocidolita, cromita, cuarzo, dolomita, epsomita, estaurolita, flogopita, fosfatos, fluorita, glaserita, glauberita, grafito, granates, halita, hidromagnesita, kainita, kieserita, langbeinita, magnesita, micas, mirabilita, mulita, muscovita, nitratina, olivinos, palygorskita, pirofilita, polihalita, sepiolita, silimanita, silvita, talco, taquidrita, tenardita, tremolita, trona, vermiculita, witherita, wollastonita, yeso, zeolitas y zircón;

Fracción reformada DOF 28-04-2005

Artículo 6.- La exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias a que se refiere esta Ley son de utilidad pública, serán preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, con sujeción a las condiciones que establece la misma, y únicamente por ley de carácter federal podrán establecerse contribuciones que graven estas actividades.

Artículo 37.- Las personas que beneficien minerales o sustancias sujetas a la aplicación de la presente Ley están obligadas a:

I.- Dar aviso a la Secretaría del inicio de operaciones de beneficio;
II. Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad y del equilibrio ecológico y protección al ambiente;

Fracción reformada DOF 28-04-2005

Artículo 38.- Las personas a que alude el artículo anterior no estarán obligadas a recibir minerales de terceros cuando:

I.- Los minerales que se pretendan introducir no se adapten al sistema de beneficio o afecten su operación normal;
II.- Comprueben estar recibiendo minerales de pequeños y medianos mineros y del sector social por un mínimo del 15 % de la capacidad de beneficio instalada, o
III.- Los lotes de mineral que se presenten para tratamiento sean inferiores a diez toneladas.
A solicitud escrita del interesado, el responsable de la operación de beneficio estará obligado a manifestar también por escrito la explicación fundada de su negativa a recibir mineral. De existir controversia, la Secretaría resolverá lo conducente.

5. *Ley General de Vida Silvestre y Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*

El proyecto no realizará remoción de vegetación o la presencia de especies de flora y fauna nativa y/o por ser un sitio impactado por la actividad minera del pasado.

6. *Ley de Aguas Nacionales, Última Reforma DOF 08-05-2023*

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento establecen las bases para la gestión integral, preservación y aprovechamiento sustentable de las aguas

nacionales, tanto superficiales como subterráneas, así como la protección de las cuencas hidrológicas y los ecosistemas asociados.

El proyecto se vincula con este ordenamiento en virtud de su ubicación dentro de una cuenca hidrológica, las actividades previstas no contemplan la extracción, represamiento, ni la perforación de pozos o infraestructura hidráulica que pudiera modificar el régimen hidrológico natural.

Asimismo, el proyecto considera medidas orientadas a la prevención de la contaminación del agua, evitando la generación de escurrimientos contaminantes, infiltración de sustancias nocivas o alteraciones en la recarga de acuíferos. En este sentido, las acciones propuestas son compatibles con la Ley de Aguas Nacionales, al no afectar la calidad, cantidad o disponibilidad de las aguas superficiales y subterráneas, ni contravenir las disposiciones en materia de protección de cuencas y cuerpos de agua.

7. *Ley General de Cambio Climático, Última Reforma DOF 01-04-2024.*

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) establece el marco jurídico de la política nacional en materia de mitigación y adaptación al cambio climático, así como las bases para fortalecer la resiliencia de los ecosistemas y de los sistemas sociales frente a los efectos adversos derivados de este fenómeno. Asimismo, promueve la integración de criterios climáticos en la planeación del territorio y en el desarrollo de proyectos productivos.

El proyecto se vincula con esta Ley en la medida en que sus actividades se desarrollan bajo criterios de prevención ambiental y manejo responsable del territorio, contribuyendo a reducir la vulnerabilidad ambiental del área de influencia. Al no contemplar procesos intensivos en el consumo de energía ni actividades que generen emisiones significativas de gases de efecto invernadero, el proyecto no incrementa de manera relevante la huella de carbono, ni contraviene los objetivos nacionales de mitigación.

De manera complementaria, las acciones previstas consideran la conservación del suelo, la estabilidad del paisaje y la funcionalidad de los ecosistemas, elementos clave para fortalecer la capacidad de adaptación y resiliencia ambiental ante eventos asociados al cambio climático, como sequías prolongadas o lluvias intensas. Estas medidas son congruentes con los

principios de adaptación, prevención del deterioro ambiental y desarrollo sustentable establecidos en la LGCC.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas aplicables

Por la naturaleza del proyecto destacan las siguientes NOM:

Tabla 8. Instrumentos de Políticas Ambientales Aplicables al proyecto

INSTRUMENTO REGULADOR	OBSERVACIONES
NOM-041-SEMARNAT-2006 **(Publicada en el D.O.F. el día 06 de marzo de 2007)** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	La emisión de gases de combustión de la maquinaria y transporte utilizados en la zona, así como por el incremento en el nivel de partículas suspendidas generadas por el tránsito de vehículos.
NOM-042-SEMARNAT-2003 **(Publicada en el D.O.F. el día 07 de sept. de 2005)** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	Niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel, así como las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.
NOM-043-SEMARNAT-1993 **(Publicada en el D.O.F. el día 22 de oct. de 1993)** Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas de fuentes fijas.	Emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
NOM-044-SEMARNAT-2006 **(Publicada en el D.O.F. el día 12 de**	Niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y

oct. de 2006) Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos.
NOM-045-SEMARNAT-1996 **(Publicada en el D.O.F. el día 22 de abril de 1997)** Que establece los límites máximos permisibles de opacidad de los humos provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan Diesel como combustible.	La opacidad del humo de las emisiones de gases de combustión por el tránsito de vehículos automotores en la carretera.
NOM-059-SEMARNAT-2010 **(Publicada en el D.O.F. el día 30 de diciembre de 2010)** Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su exclusión, inclusión o cambio –lista de especies en riesgo.	La superficie del terreno requerido para realizar el proyecto se ubica en zonas con vegetación forestal características de zonas áridas y semiáridas, en donde se distribuyen especies sensibles de flora y fauna.
NOM-080-SEMARNAT-1994 **(Publicada en el D.O.F. el día 13 de enero de 1995)** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruidos provenientes del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Límites máximos permisibles de emisión de ruidos provenientes del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
NOM-005-SCT2/1994 **(Publicada en el D.O.F. el día 02 de mayo de 1994)** Información de emergencia para el transporte terrestre de substancias, materiales y residuos peligrosos.	Obliga a que las unidades que transporten sustancias, materiales o residuos peligrosos generados o manejados durante la limpieza de terreros (por ejemplo, suelos o lodos contaminados, reactivos) cuenten con la tarjeta de emergencias, hojas de datos de seguridad y señalización adecuada para atención de incidentes.

NOM-006-SCT2-2011 **(Publicada en el D.O.F. el día 22 de agosto de 2011)** Aspectos Básicos para la Revisión Ocular Diaria de la Unidad Destinada al Autotransporte de Materiales y Residuos Peligrosos	Establece la revisión ocular diaria de los vehículos que transporten materiales o residuos peligrosos (estado de llantas, luces, frenos, acoplamientos, señalización), con el fin de prevenir accidentes durante el traslado de materiales desde o hacia el área de terreros.
NOM-012-SCT-2-1995 **(Publicada en el D.O.F. el día 26 de diciembre de 2017)** Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.	Los camiones de carga utilizados para transportar materiales removidos de los terreros deben respetar el peso y las dimensiones máximas permitidas, evitando sobrecarga que pueda provocar accidentes, daños en la infraestructura carretera o sanciones por incumplimiento.
NOM-005-STPS-1998 **(Publicada en el D.O.F. el día 02 de febrero de 1999)** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	Aplica al manejo de sustancias químicas que puedan utilizarse en el proceso de remediación (reactivos para estabilización, limpieza, combustibles, lubricantes), exigiendo condiciones seguras de almacenamiento, etiquetado, ventilación y procedimientos para evitar derrames, incendios o exposiciones al personal.
NOM-017-STPS-2008 **(Publicada en el D.O.F. el día 09 de diciembre de 2008)** Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	Establece la selección y uso obligatorio de equipo de protección personal para los trabajadores del proyecto, como casco, guantes, lentes de seguridad, calzado de seguridad, chaleco reflejante y, según la actividad, protección respiratoria y auditiva, reduciendo riesgos por polvo, ruido, golpes y exposición a sustancias peligrosas.

III.5 Ámbito estatal (Baja California Sur)

En el ámbito estatal, el marco principal es la:

1. *Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado de Baja California Sur (LEEPA-BCS) Última reforma 10-jul-2025.*

   Ley reglamentaria en el estado en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección del ambiente; de orden público e interés social; su última reforma se reporta en julio de 2025.

Artículo 1, fracción IV. Señala como uno de sus objetivos el determinar acciones para la preservación, restauración y mejoramiento del ecosistema, así como la prevención y control de la contaminación de los elementos naturales como son la atmosfera, el agua y el suelo.

El proyecto se enmarca en las disposiciones de esta ley al promover la restauración de sitios degradados, reducir fuentes de contaminación difusa y contribuir a la integridad de los ecosistemas serranos y de las cuencas asociadas.

2. *Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de Baja California Sur (POERBCS***)**

El POERBCS ha sido publicado oficialmente en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado (B.O.G.E.) No. 9 Tomo LIII, con fecha 22 de enero de 2026, dicho instrumento de planeación territorial identifica las unidades de gestión ambiental (UGA), sus políticas (conservación, restauración, aprovechamiento sustentable, protección) y los usos del suelo compatibles e incompatibles para cada UGA.

De acuerdo con los documentos de caracterización, publicados en la Bitácora Ambiental para consulta pública, la región de San Antonio se ubica dentro del ámbito de influencia de la Sierra de la Laguna y de cuencas serranas con importancia ecológica y de recarga hídrica.

El proyecto se vincula con el POERBCS en los siguientes términos:

Se localiza en un sitio ya perturbado por actividades mineras históricas, por lo que la limpieza contribuye a la restauración ambiental del sitio.
El proyecto no contempla la apertura de nuevas áreas de afectación ni la remoción de vegetación natural.

III.6 Ámbito municipal (La Paz)

1. *Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de La Paz (PDUCP La Paz 2018).*

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de La Paz (PDUCP La Paz 2018) es el instrumento que regula el ordenamiento urbano y los usos del suelo dentro del polígono del centro de población de la ciudad de La Paz. Su ámbito de aplicación se circunscribe exclusivamente a las áreas urbanas y de crecimiento previstas dentro de dicho polígono.

El proyecto se localiza fuera del límite territorial del PDUCP La Paz 2018, por lo que no se encuentra sujeto de manera directa a las disposiciones de uso de suelo, zonificación ni políticas de desarrollo urbano establecidas en este instrumento. En consecuencia, el proyecto no interfiere ni contraviene las estrategias de crecimiento urbano, densificación, infraestructura o equipamiento definidas para el centro de población de La Paz.

No obstante, a lo anterior, el proyecto mantiene congruencia con los principios generales de ordenamiento territorial y desarrollo sustentable promovidos por el PDUCP, al no inducir procesos de urbanización, fraccionamiento del suelo, cambio de uso de suelo urbano ni generación de nuevos asentamientos humanos. Asimismo, sus actividades no generan presiones indirectas sobre la infraestructura urbana existente, tales como servicios públicos, vialidades o equipamiento urbano.

2. *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de La Paz (POEL La Paz).*

   El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de La Paz (POEL La Paz) constituye el instrumento de planeación ambiental orientado a regular el uso del suelo y las actividades productivas en el ámbito municipal, con el objetivo de promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, prevenir el deterioro ambiental y orientar el desarrollo territorial de acuerdo con la aptitud ecológica del territorio.

   Actualmente, el POEL La Paz se encuentra en proceso de elaboración, por lo que aún no cuenta con carácter normativo obligatorio ni con lineamientos específicos formalmente publicados que resulten aplicables de manera directa al proyecto. En este sentido, el proyecto no se encuentra sujeto a disposiciones

específicas derivadas de dicho instrumento, mientras éste no sea aprobado y publicado conforme a la normatividad vigente.

No obstante, lo anterior, el proyecto retoma de manera preventiva los principios rectores del ordenamiento ecológico, alineándose con los criterios generales de protección ambiental, uso racional del suelo, prevención de impactos y compatibilidad de actividades productivas, en congruencia con lo establecido en la LGEEPA y demás legislación ambiental aplicable. Asimismo, se considera que las actividades propuestas no generan conflictos con la vocación ambiental del territorio, ni comprometen la funcionalidad de los ecosistemas presentes en el área de influencia.

III.7 Áreas Naturales Protegidas

El predio no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida.

En el municipio de La Paz se encuentra una parte del Área Natural Protegida que se clasifica como Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna con una extensión de 112,437-07-25 hectáreas; las micro regiones que comprende son Este de Todos Santos, una parte de Sureste de La Paz y una pequeña parte Pacífico Sur. También en este municipio se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California; Islas del Pacifico de la Península de Baja California y Balandra. Tabla 9.

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 232 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal, lo que representa 99.3 millones de hectáreas del territorio nacional. Asimismo, existen 616 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación lo que representa 1,337,075.58 has. (CONANP, 2025).

De acuerdo con información de la CONANP, Baja California Sur posee una superficie terrestre protegida de 2,603,390, siendo el segundo estado con mayor superficie terrestre protegida del país.

En el municipio de La Paz, se encuentran las siguientes Áreas Naturales Protegidas:

Tabla 9. Áreas Naturales Protegidas en el municipio de La Paz, Baja California Sur.

Nombre	Categoría de decreto	Categoría de manejo	Estados	Superficie
Islas del Golfo de California	Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre	Área de Protección de Flora y Fauna	B.C., B.C.S., Sonora y Sinaloa	374,553.6311
Islas del Pacifico de la Península de Baja California	Reserva de la Biosfera	Reserva de la Biosfera	Baja California y Baja California Sur	1161222.979
Sierra la Laguna	Reserva de la Biosfera	Reserva de la Biosfera	Baja California Sur	112437.0725
Balandra	Área de Protección de Flora y Fauna	Área de Protección de Flora y Fauna	Baja California Sur	2512.73075

III.8 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

CONABIO ha delimitado las AICAS a nivel nacional, incluyendo varias en Baja California Sur, entre ellas la AICA Sierra de la Laguna y la AICA Ensenada de La Paz (AICA 93).

- La AICA Sierra de la Laguna cubre una porción significativa de la sierra y su área de influencia; algunas fuentes indican que nodos de conservación en Baja California Sur se localizan en el centro y norte de esta AICA.

III.9 Regiones terrestres prioritarias (CONABIO)

CONABIO ha definido Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) y Regiones Marinas Prioritarias (RMP) a nivel nacional, actualizadas y difundidas en 2023.

- La RTP “Sierra de la Laguna” incluye localidades de referencia como San Antonio, Todos Santos, Santiago y Miraflores, lo que confirma la alta importancia ecológica de la zona serrana donde se ubica el proyecto.

III.10 Marco de planeación

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la planeación del desarrollo nacional como el eje que articula las políticas públicas que lleva a cabo el Gobierno. En su artículo 26 establece que habrá un *Plan Nacional de Desarrollo* al que se sujetarán, obligatoriamente, los programas de la Administración Pública Federal.

Asimismo, la Ley de Planeación establece las normas y principios básicos que rigen la Planeación Nacional del Desarrollo y orientan, en función de ésta, las actividades de la Administración Pública Federal. Dicha ley señala que corresponde al Estado ejercer la rectoría del desarrollo nacional, con el fin de asegurar que este sea integral y sustentable.

En este apartado se presentan algunos de los Planes y/o Programas y su vinculación con el proyecto.

III.10.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025 -2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025, es el instrumento rector de la política pública federal y establece los objetivos, estrategias y prioridades del Gobierno de México para el periodo 2025-2030.

el PND 2025-2030 se estructura en cuatro pilares generales y tres ejes transversales, entre los cuales destaca el pilar relativo al Desarrollo Sostenible, así como el eje sobre gestión ambiental y economía circular, que incorpora de manera explícita temas de transición energética, cambio climático, gestión integral de residuos y uso eficiente de los recursos naturales.

En particular, el proyecto, se vincula con el PND 2025-2030 en los siguientes términos:

- *Gestión ambiental y economía circular:* el PND promueve la reducción de emisiones contaminantes y la adopción de modelos productivos basados en el uso eficiente de los recursos y la economía circular, incluyendo el manejo

adecuado de residuos y la remediación de pasivos ambientales. El proyecto contribuye a estos objetivos al caracterizar, manejar y disponer de manera ambientalmente adecuada los residuos mineros, reducir la dispersión de metales al ambiente y recuperar suelos previamente degradados.

- *Sostenibilidad ambiental y cambio climático:* el PND incorpora una agenda climática que busca fortalecer la resiliencia de ecosistemas y comunidades, así como reducir las fuentes de contaminación que agravan la vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos. La remediación de terreros mineros en una zona serrana asociada a la Sierra de la Laguna y a cuencas que descargan hacia sistemas costeros se alinea con esta visión, al disminuir riesgos de contaminación de suelos y aguas superficiales y subterráneas.

III.10.2 Plan Estatal de Desarrollo 2021 -2027

El proyecto se alinea con los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo 2021-2027, el cual prioriza un desarrollo económico responsable, la protección ambiental y la adaptación al cambio climático.

El PED BCS reconoce a la minería como una actividad económica relevante, siempre que se realice bajo criterios de sustentabilidad. En este sentido, la remediación de pasivos mineros históricos es una acción estratégica, pues reduce riesgos ambientales y prepara el territorio para un uso futuro compatible con el bienestar social y ecológico.

Dentro del Eje IV: Infraestructura, medio ambiente y sustentabilidad, el proyecto contribuye directamente a metas estatales como:

- La restauración de ecosistemas,
- La protección de acuíferos,
- La conservación de suelos y la regulación de escurrimientos, y
- La remediación fortalece la política estatal de mitigación y adaptación al cambio climático, especialmente en una zona ambientalmente sensible como el entorno de la Sierra de la Laguna, reduciendo la dispersión de metales y polvo que podrían afectar a las comunidades cercanas y a los ecosistemas serranos.

En suma, el proyecto, debidamente diseñado y ejecutado conforme a los ordenamientos señalados, **contribuye a corregir un pasivo ambiental histórico** y se presenta como una medida de mejora ambiental que fortalece el cumplimiento de las obligaciones nacionales e internacionales de México en materia de protección al ambiente, conservación de la biodiversidad y prevención de la contaminación.

Capítulo IV

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTOS DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

IV.1 Delimitación del área de estudio

El estado de Baja California Sur se localiza en la parte noroeste de la República Mexicana. Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 28° 00' 00", al sur 22° 52' 19" de latitud norte; al este 109° 24' 47" y al oeste 115° 13' 27" de longitud oeste. Colinda al norte con Baja California y el Golfo de California; al este con el Golfo de California; al sur y oeste con el Océano Pacífico (Figura 34).

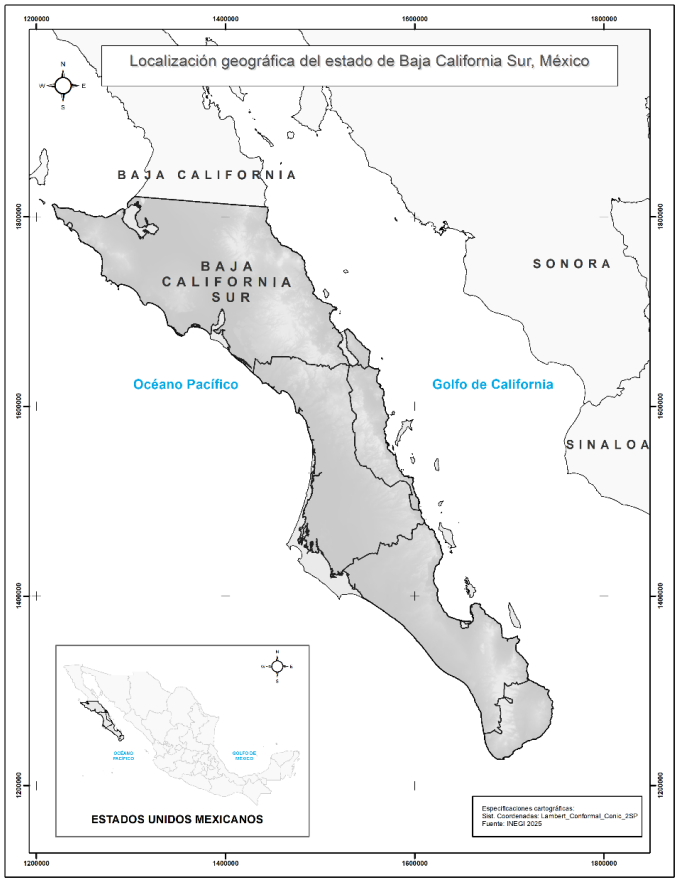


Figura 34. Mapa de Baja California Sur

La ubicación física del proyecto se indicó en la pag.22

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1 Aspectos abióticos

Los datos del presente inciso se consultaron principalmente de la Estación Climatológica ubicada en las coordenadas geográficas 24°08’05” latitud norte y 110°20’16” longitud oeste, identificada con la clave 03-068, estación La Paz, Baja California Sur.

Latitud Norte 24° 08’ 05”
Longitud Oeste 110° 20’ 16’’

IV.2.1.1 Clima.

Las particularidades del clima en Baja California Sur, presenta muchas variantes por su especial configuración, y por su posición con respecto al resto de la República Mexicana. De manera particular está el factor topográfico, ya que el relieve de la península está conformado de una cadena montañosa a lo largo de su flanco Oriental y a las corrientes marinas.

Estas condiciones se reflejan claramente en elementos tales como: temperatura, precipitación y evaporación, que son los que determinan los diferentes tipos de climas. Los distintos tipos de clima existentes en el Estado, están regidos en gran medida por el sistema de alta presión semi permanentes del Pacífico Nororiental que proporciona lluvia los meses invernales. Sin embargo, de manera indirecta, se hacen sentir los sistemas nubosos convectivos, con desarrollos verticales que precipitan grandes volúmenes de agua en el noroeste del país, durante los meses de verano y otoño, e incluso llegan a convertirse en perturbaciones atmosféricas denominadas chubascos.
Desde 1964, la profesora Enriqueta García ajustó la clasificación climática mundial creada por Wilhelm Köppen (1846-1940) para que se adecuara a las características de México. Gracias a esta adaptación, la tipología de climas utilizada en el país es conocida como el sistema de Köppen modificado por García, que ha sido empleado de manera oficial por las instituciones mexicanas desde esa fecha.

Con base en las Tablas 10 y 11 y de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García, (1988) presentada en la carta de Climas de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998), los climas más extendidos para Baja California Sur se distinguen 13 climas

particulares de los cuales se hace una muy breve descripción en la Tabla 8; no obstante, el 92 % del territorio estatal presenta un clima seco desértico (BW), el 7 % del territorio estatal presenta un clima seco estepario (BS) y únicamente el 1 % del territorio estatal presenta un clima templado con lluvias en verano (Cw).

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1988) **para el sistema ambiental del área de influencia del proyecto**, por sus condiciones de temperatura y precipitación, presenta un clima BSohw, Árido, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frio menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C (ver figura 35). Además, indica que, respecto al régimen de lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Tabla 10. Características térmicas de los grupos climáticos Köppen.

Zona climática	Clima	Símbolo	Temperatura promedio	
			Mes más cálido	Mes más frío
Tropical	Cálido Húmedo Tropical	A	Mayor a los 22 ºC	Mayor a los 18 ºC
Seca	Seco	B	Con grandes oscilaciones térmicas	
Templada	Templado	C	Mayor a los 18 ºC	Mayor a los 0 ºC
Frío	Templado Frío	D	Mayor a los 19 ºC	Menor a los 0 ºC
Polar	Polar	E	Menor a los 10 ºC	Menor a los 0 ºC

Tabla 11. Características pluviales y de vegetación de los grupos climáticos según Köppen.

Grupo climático	Símbolo	Tipos de Clima
Tropical	Af	Tropical con lluvias todo el año
	Am	Tropical con lluvias de monzón
	Aw	Tropical con lluvias de verano
Seco	BS	Seco estepario
	BW	Seco desértico
Templado	Cf	Templado con lluvias todo el año
	Cw	Templado con lluvias en verano
	Cs	Templado con lluvias en invierno
Polar	EB	Polar de alta montaña
	ET	Frío de tundra o páramo
	EF	Muy fríos con nieve permanente

Tabla 12. Tipos de clima presentes en Baja California Sur. Fuente: García, E. CONABIO. "Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)" Escala 1:1000 000. México, 1998.

Tipo	Símbolo	Características del grupo	Diferencia
Semiárido templado	BS1kw	La temperatura media anual oscila entre los 12ºC y los 18 ºC, la temperatura del mes más frío varía entre -3 ºC y 18 ºC, la temperatura del mes más caliente es menor de 22 ºC.	Presenta lluvias de verano y el porcentaje de lluvia invernal es del 5 % al 10.2 % del total anual.
Árido cálido	BSo(h’)w	La temperatura media anual es mayor de 22 ºC, la temperatura del mes más frío es mayor de 18ºC.	Presenta lluvias de verano y el porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.
Árido semicálido	BSohw	La temperatura media anual oscila entre los 18ºC y los 22 ºC, la temperatura del mes más frío es menor de 18 ºC, la temperatura del mes más caliente es mayor de 22 ºC.	Presenta lluvias de verano y el porcentaje de lluvia invernal del 5 % al 10.2 % del total anual.
Muy árido cálido	BW(h’)w	La temperatura media anual es mayor de 22 °C y la temperatura del mes más frío mayor de 18°C; Presenta lluvias de verano del 5 % al 10.2 % anual,	Régimen de lluvias de verano y el porcentaje de lluvia invernal es del 5% al 10.2% del total anual.
	BW(h’)s		Régimen de lluvias en invierno mayores al 36% anual.
	BW (h’)(x’)		Régimen de lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.
	BWh(x’)	La temperatura media oscila entre los 18°C y los 22 °C, la temperatura del mes más frío es menor de 18 °C, la temperatura del mes más	Presenta lluvias entre Verano e invierno mayores al 18% Anual.

Muy árido semicálido	BWhs	caliente es mayor de 22 °C;	Presenta lluvias en inviernos mayores al 36% anual.
	BWhw		Presenta lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.
Muy árido templado	BWk(x’)	La temperatura media anual oscila entre los 12°C y los 18 ° C, la temperatura del mes más frío fluctúa entre los -3 °C y 18 °C, la temperatura del mes más caliente es menor de 22 °C.	Presenta lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.
	BWks		Presenta lluvias de inviernos mayores al 36% anual.
Templado subhúmedo	C(w1)	Templado, subhúmedo con temperatura media anual entre 12 °C y 18 °C, la temperatura del mes más frío oscila entre -3 °C y 18 °C y la temperatura del mes más caliente es menor que 22 °C. Es subhúmedo, con precipitación anual de 200 a 1 800 mm y precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; Tiene lluvias de verano del 5 % al 10.2 % anual.	El índice de humedad (P/T) es de 43.2
	C(wo)		El índice de humedad (P/T) es de 55.

El mes de máxima precipitación cae dentro del periodo mayo-octubre y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año. También indica que la precipitación invernal es <36mm para lluvia de invierno (y superior a 10.2 mm en verano).

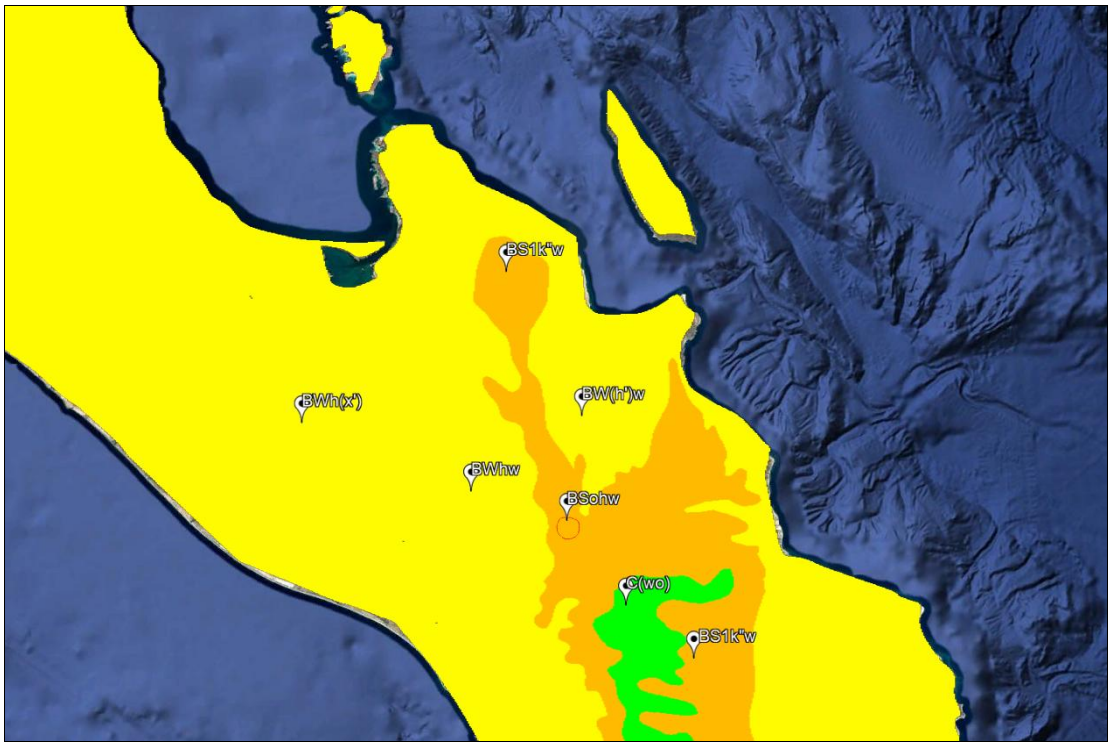


Figura 35. Climas en el área del proyecto. García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

Temperatura

De acuerdo con el Sistema Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dependientes de la SEMARNAT, **la estación climatológica más cercana al proyecto corresponde a las estaciones climatológicas 3049 San Antonio, B.C. Sur**, localizada en el municipio de La Paz.

Tabla 13. Datos de temperatura, precipitación, entre otros, para San Antonio BCS, municipio de La Paz.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura Máxima (°C)	25.4	26.9	29.5	32.5	35.6	37.8	37.2	36.2	34.3	33.5	29.7	25.4
Temperatura Mínima (°C)	8.5	9.2	10.8	13.4	16.9	21.3	23.4	23.1	21.6	17.7	13.4	9.5
Temperatura Media (°C)	17	18	20.2	22.9	26.3	29.5	30.3	29.6	27.9	25.6	21.5	17.5
Precipitación (mm)	14	6.2	3	0.1	0.4	3.6	63	137.9	192	32.2	14.6	7.3
Precipitación máxima diaria (mm)	34.3	46.3	45.3	1.2	6	49.2	73.6	172.6	381.1	61.8	84.5	91.4
Número de días con lluvia	2.1	1	0.6	0.1	0.3	0.8	5	8.7	7.6	2.6	1.6	1.5

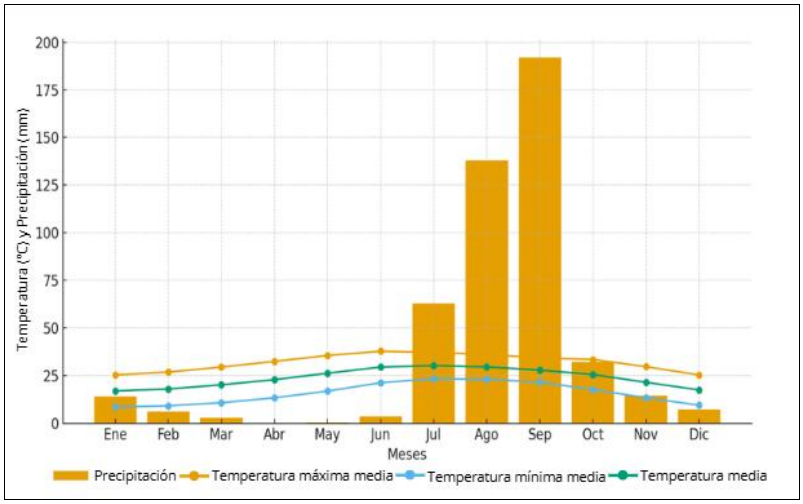


Figura 36. Gráfica de temperaturas media, máxima y mínima y precipitación para el sistema ambiental. Comisión Nacional del Agua, Estación 3049, San Antonio Sur.

Como se observa en los datos de las estaciones climatológicas localizadas San Antonio en la Figura 36, los meses de más calurosos son junio, julio y agosto y los de más precipitación son agosto y septiembre.

Precipitación

La Paz, al igual que el Estado de Baja California Sur, se encuentra en su mayor parte ubicado en las calmas subtropicales, de ahí que la precipitación sea escasa. La presencia de la Corriente fría de California y la Celda Semipermanente de Alta Presión del Pacifico, determinan que las precipitaciones sean escasas durante el año.

La precipitación pluvial, presenta variación estacional. En invierno la mayor parte de la precipitación depende del sistema de ciclones de invierno favorecida por los vientos del oeste, en verano depende de la influencia de las mases de aire originadas en el Golfo de México; en otoño depende del complejo de tormentas tropicales y huracanes del Pacífico.

Los meses más secos van de abril a mayo. En verano las lluvias que se presentan se encuentran relacionadas con las características del relieve de la península, encontrando mayor precipitación en las altas montañas, y asociadas a los ciclones tropicales, el mes con mayor precipitación es septiembre con 192 mm Como se muestra en la figura 37.

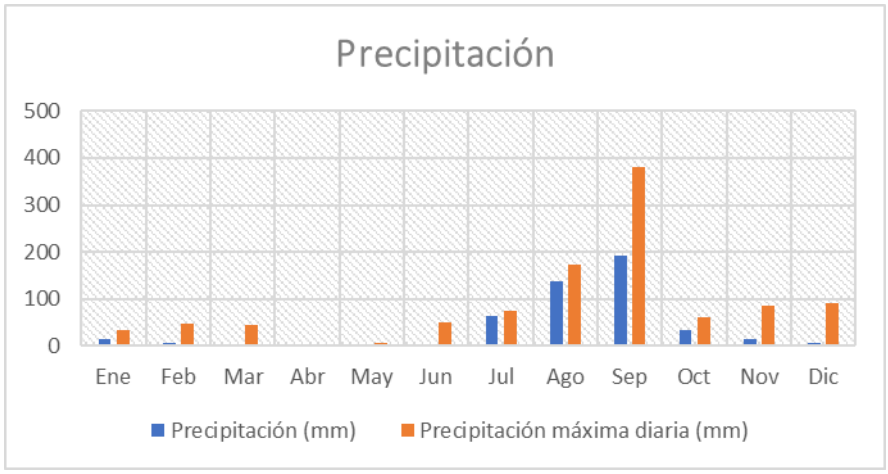


Figura 37. Precipitación y precipitación máxima diaria para el sistema ambiental. Comisión Nacional del Agua, Estación 3049, San Antonio Sur.

Intemperismos severos

En el estado de Baja California Sur, al igual que en el resto de la península, el principal proceso de intemperismo es la erosión, ya sea de origen hídrico o eólico. Este fenómeno, combinado con las variaciones de temperatura entre el día y la noche, provoca la aparición de fisuras y la fragmentación de las rocas, las cuales posteriormente son transportadas y dispersadas por la acción del viento y del agua.
Aunque el efecto del viento se manifiesta a lo largo de todo el año, el agua actúa como agente erosivo principalmente durante la temporada de huracanes, que ocurre entre los meses de agosto y octubre. En este periodo, las lluvias torrenciales movilizan grandes volúmenes de sedimentos desde las zonas serranas del interior de la península hacia la costa.

Frecuencia de eventos climáticos extremos

En los meses de invierno las masas de aire polar invaden a la península y enfrían aún más el ambiente durante la noche, por lo cual se producen las heladas en el Estado; excepto en la franja costera Occidental, comprendida desde el paralelo 26º Norte hasta la Bahía de Sebastián Vizcaíno, donde imperan los climas muy secos semicálidos. En la entidad las heladas ocurren en un promedio de 7 a 10 años, con una incidencia mayor en los meses de noviembre y diciembre.

En cuanto a tormentas tropicales que tienen su origen en el Océano Pacífico comúnmente denominado ciclones, son perturbaciones atmosféricas intensas que pueden aparecer en cualquier punto de la costa Occidental; de Baja California Sur, durante los meses de mayo a noviembre, acompañado de una lengua de aire húmedo

que se extiende en el Territorio Nacional y provoca lluvias abundantes en la porción sur de éste.

Según el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México (CENAPRED, 2021), un ciclón tropical es una amplia masa de aire cálido y húmedo que se distingue por la presencia de vientos intensos. Esta masa atmosférica gira en espiral alrededor de un centro de baja presión. En el hemisferio norte, el giro ocurre en sentido antihorario, mientras que en el hemisferio sur se presenta en dirección contraria.

Los ciclones tropicales se forman principalmente entre las latitudes de 5° y 15° en ambos hemisferios, y se desarrollan en periodos en los que la temperatura del agua del mar u océano alcanza alrededor de 26°C, condición necesaria para su evolución.
La clasificación de estos fenómenos se basa en la velocidad del viento, la presión central y el nivel de daños que pueden ocasionar. Esta escala distingue cuatro etapas progresivas: perturbación tropical, depresión tropical, tormenta tropical y huracán. A su vez, los huracanes se agrupan en cinco categorías de acuerdo con su intensidad (CENAPRED, 2021). Como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Clasificación de los ciclones tropicales.

Categoría	Presión central (milibares o mb)	Vientos (Km/h)	Marea de tormenta (m)	Características de posibles daños materiales
Perturbación Tropical	1008.1 a 1010	_____	_____	Ligera circulación de vientos.
Depresión Tropical	1004.1 a 1008	< 62	_____	Localmente destructivo.
Tormenta Tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118	1.1	Tiene efectos destructivos.
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154	1.5	Potencial Mínimo, ningún daño efectivo a los edificios.
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178	2 a 2.5	Potencial Moderado. Daños considerables a arbustos, follaje de árboles e incluso derribo de estos.
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210	2.5 a 4	Potencial Extensivo. Follaje arrancado de árboles y árboles derribados.
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250	4 a 5.5	Potencial Extremo. Daños severos a señalamientos, árboles, techos de casas y ventanas

Huracán Categoría 5	<920	> 250	> 5.5	Potencial Catastrófico. Daños muy severos a casas, edificios, árboles y señalamientos.

La mayoría de estos eventos hidrometeorológicos provienen del Océano Pacifico; donde al menos uno proviene del Océano Atlántico, nombrado a “Debby” y que ocurrió en 1988. Con base en la escala Saffir Simpson se han registrado al menos 318 eventos, entre los cuales se encuentran: depresión tropical, tormenta tropical, huracán categoría 1, huracán categoría 2, huracán categoría 3 y huracán categoría 4. Como se mencionó anteriormente, los meses donde se presentan la mayoría de estos fenómenos son en agosto y septiembre. Los ciclones más comunes son las tormentas tropicales que descienden a depresiones tropicales. Las porciones con mayor afectación del municipio son la región sureste y la región norte, que es donde han sido registradas la mayoría de las trayectorias de estos fenómenos hidrometeorológicos, en tierra. El evento más reciente, registrado dentro del radio de 100 km, ocurrió en octubre del año 2023; el huracán “Norma”, que se presentó como un huracán categoría 2, descendiendo a huracán categoría 1 y más tarde cambiaría a tormenta tropical.

Los principales huracanes que han afectado directamente al municipio de La Paz, durante el periodo 1995-2022 de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio de La Paz, Estado de Baja California Sur, 2023, se mencionan a continuación:

Tormentas tropicales y huracanes
Tormentas tropicales

En la figura 38, se muestra el peligro por tormentas tropicales a nivel municipal desde el año 1998 hasta 2020 teniendo como resultado el paso de 7 tormentas en el municipio: “Julliet" en 2001, “Julio” en 2008, “Olaf” en 2009, “Georgette” en 2010, “Odile” en 2014, “Javier” en 2016 y “Lidia” en 2017. Dentro del mapa se observan algunas zonas que se consideran vulnerables por el paso de este fenómeno, como localidades rurales y urbanas, y algunas zonas utilizadas para áreas de cultivo y vías de comunicación.

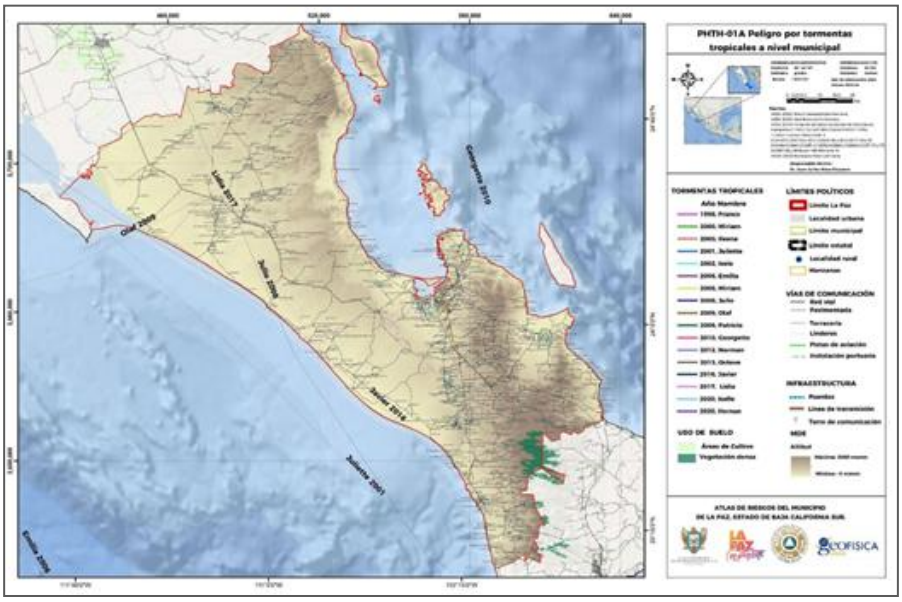


Figura 38. Peligro por tormentas tropicales a nivel municipal de La Paz, Atlas de Riesgo Estatal de La Paz, 2023.

Huracanes

En la figura 39, se presenta el paso de 9 huracanes que tomaron rumbo dentro del territorio municipal, desde 1995 hasta el 2022, estos huracanes son “Martin” en 1995; “Fausto” en 1996; “Ignacio” en 2003; “Juan” en 2006; “Henrriette” en 2007”; “Norbert” en 2008; “Odile” en 2014; y “Bud” y “Newton” en 2018. De los huracanes anteriores, el huracán “Odile” en 2014, fue uno de los huracanes con mayor influencia en el municipio, afectado gran parte de él, este huracán se formó en el Océano Pacífico y fue ganando fuerza a medida que se acercaba a la costa de Baja California Sur.

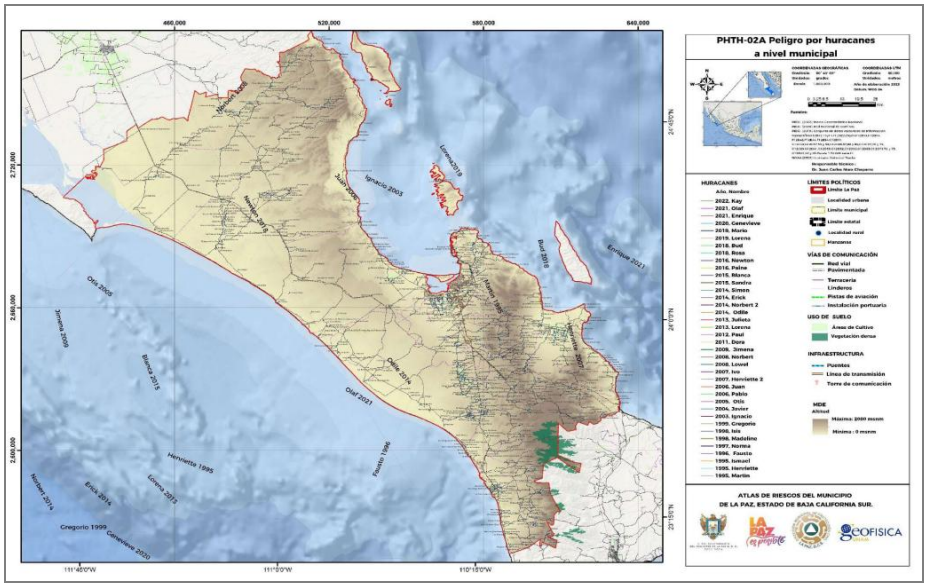


Figura 39. Peligro por huracanes a nivel municipal de La Paz, Atlas de Riesgo Estatal de La Paz, 2023.



Figura 40. Zonas de huracanes en la República Mexicana.

La temporada de ciclones tropicales en el Océano Pacífico Nororiental, que incluye la región occidental de México, se extiende oficialmente del 15 de mayo al 30 de noviembre de cada año, periodo durante el cual se forma la mayoría de los sistemas tropicales en esta cuenca. La actividad ciclónica suele alcanzar su máximo entre los meses de julio y octubre, cuando las temperaturas de la superficie del mar son más elevadas y las condiciones atmosféricas son favorables para la formación y desarrollo de ciclones tropicales. (Centro Nacional de Huracanes, 2025).

La formación y trayectoria de los ciclones tropicales está influenciada por varios factores climáticos, incluyendo temperaturas superficiales del océano, oscilaciones climáticas como El Niño–Oscilación del Sur (ENSO) y patrones de vientos en niveles medios de la atmósfera. Cuando los océanos presentan aguas cálidas, existe mayor energía disponible para la intensificación de ciclones, lo que puede resultar en eventos más potentes o más frecuentes. (Centro de Predicción Climática, 2022).

Los ciclones que se originan en el Pacífico oriental tienden a desplazarse de este a oeste o noroeste, siguiendo los vientos predominantes de los trópicos. Estos sistemas normalmente se encuentran alejados de las costas mexicanas durante sus etapas iniciales, pero durante sus fases de madurez pueden describir trayectorias paralelas a la costa o dirigirse hacia zonas continentales, afectando con fuertes lluvias, vientos intensos y elevaciones del oleaje en diferentes estados costeros de México. (Centro Nacional de Huracanes, 2025).

Aunque las trayectorias específicas de los ciclones son variables y dependen de las condiciones sinópticas de cada temporada, es importante tomar en cuenta que, durante la primera mitad de la temporada (mayo-junio), es común que los sistemas se formen en áreas oceánicas abiertas y se mantengan lejos de tierra firme. Sin embargo, conforme avanza el verano y entrado el otoño, el riesgo de impactos cercanos o directos aumenta, situación que está en línea con patrones históricos y recientes. (Centro Nacional de Huracanes, 2025).

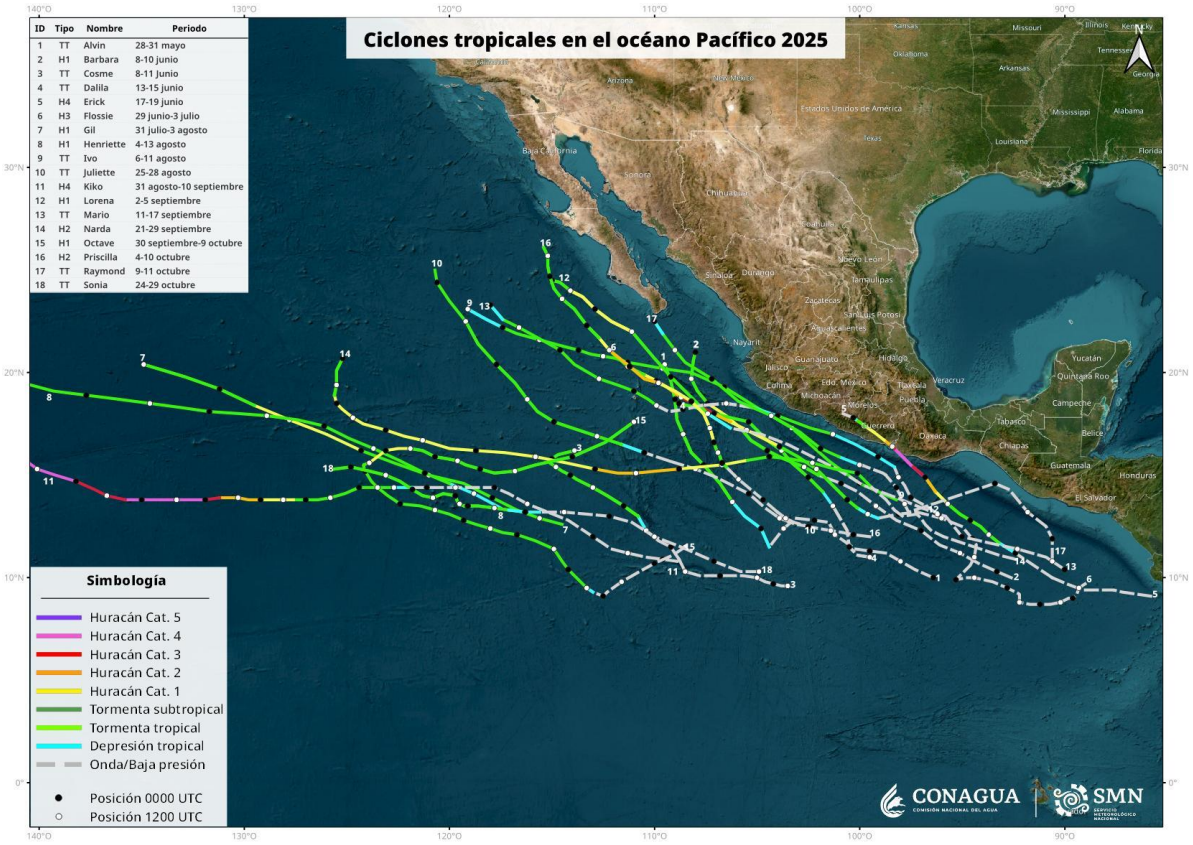


Figura 41. Ciclones tropicales en el Océano Pacífico, CONAGUA, Servicio Meteorológico Nacional. 2025.

Derivado del calentamiento que los rayos solares producen sobre la superficie de la tierra, se presenta el fenómeno de evaporación; ésta se presenta en las superficies líquidas (sean mares, lagos, ríos, charcos, esteros, presas, etc.), y en los suelos a cualquier temperatura.

El fenómeno consiste en la conversión del agua en vapor, mientras la atmósfera no se encuentre saturada a la temperatura ambiente o que el viento no produzca movimientos, dando oportunidad a que lleguen masas de aire con un grado de humedad menor, lo cual mantiene activo el proceso.

Para realizar este fenómeno, el agua toma el calor de su alrededor, la evaporación siempre va acompañada de enfriamiento de la superficie líquida o de suelo.

La evaporación está ligada a factores de condiciones locales, generalmente de latitud, longitud y elevación respecto al nivel medio del mar, sin embargo, no varía fuertemente; en la República Mexicana oscila de 2,000 a 2,500 mm anuales, por lo que no existen datos y cartografía aun confiable en este aspecto.

Los volúmenes evaporados se encuentran en función de las superficies capaces de producir vapores; por ello, aunque potencialmente la evaporación puede realizarse en cualquier parte, es el elemento agua el factor indispensable para que se lleve a cabo.

Vientos

El análisis del viento superficial en La Paz, se hizo a partir de la construcción de rosas de los vientos. Estos datos provienen de las observaciones horarias registradas en el aeropuerto Gral. Manuel Márquez de León para el año de 1998. Analizando la base de datos meteorológicos, se tiene un sistema de viento dominante del SSE. Las velocidades del viento fluctúan desde 0 hasta 10,3 m/s como máximo. El promedio anual de velocidad de viento es de 2,4 m/s, con un porcentaje de calmas (velocidades menores a 0,5 m/s) de 23,6% que se presentan principalmente en los meses de octubre a enero. La circulación superficial del aire en La Paz, está influida principalmente, por factores locales como son la orografía y la cercanía al mar, aunque también se ve afectada por los sistemas meteorológicos como frentes fríos, el monzón de verano y los ciclones tropicales.

De acuerdo a las rosas de los vientos, se puede observar que durante los meses cálidos del año la dirección dominante es del SSE y durante los meses fríos provienen del NNW, siendo los meses transicionales el mes de marzo y el mes de octubre. El porcentaje de con calmas durante el año es de 23.5%.

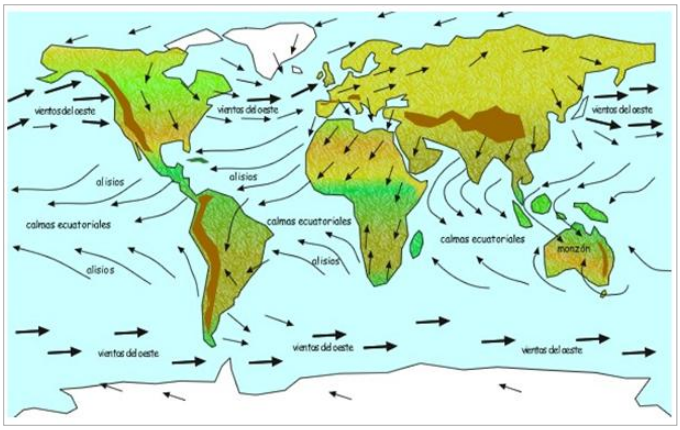


Figura 42. Sistema de vientos

Humedad

La humedad relativa media anual en La Paz es de 62% (1941-1997), pero varía de un mes a otro. Los meses que presentan un porcentaje más alto de humedad son enero, noviembre y diciembre, mientras que los meses más secos son abril, mayo y junio (ver figura 43). La humedad relativa diaria varía en forma opuesta a la temperatura, tiende a ser más baja después de mediodía y más elevada por la noche y la madrugada, cuando la depresión del bulbo húmedo se reduce. Durante los meses más secos, al mediodía se alcanza, en ocasiones, una humedad relativa por debajo del 10%.

Por estar localizada a una latitud cerca del cinturón subtropical de altas presiones, La Paz se encuentra en una zona de divergencia en donde el aire desciende y favorece un tiempo seco. De ahí que la evaporación local no constituya, por lo general, la fuente principal de la condensación y de la precipitación, sino más bien, la afluencia de humedad, transportada por la advección de las masas de aire húmedo, es la que contribuye a la formación de nubes y precipitación.

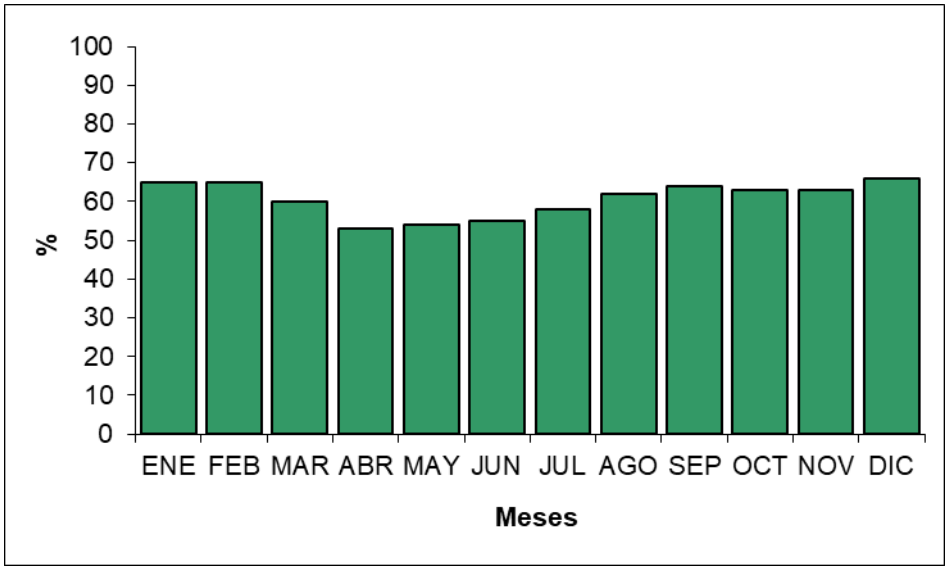


Figura 43. Humedad relativa promedio mensual

IV.2.1.2 Geología y Geomorfología

Características Litológicas del Área

El área del Proyecto se encuentra constituida por formaciones geológicas correspondientes a la Era Mesozoica, específicamente del Jurásico Superior, las cuales conforman el basamento litológico regional con las siguientes características:

Tabla 15.- Características litológicas del área del proyecto.

PERIODO	ROCA O SUELO	UNIDAD LITOLOGÍA
Mesozoico Jurásico superior	Ígnea Intrusiva	Intrusivo de granodiorita diorita con sulfuros, hornblenda, galena, calcopirita y arsenopirita con metales aurífero y argentífero.

Fuente: Cuaderno Estadístico Municipal

Carta Geológica San Antonio

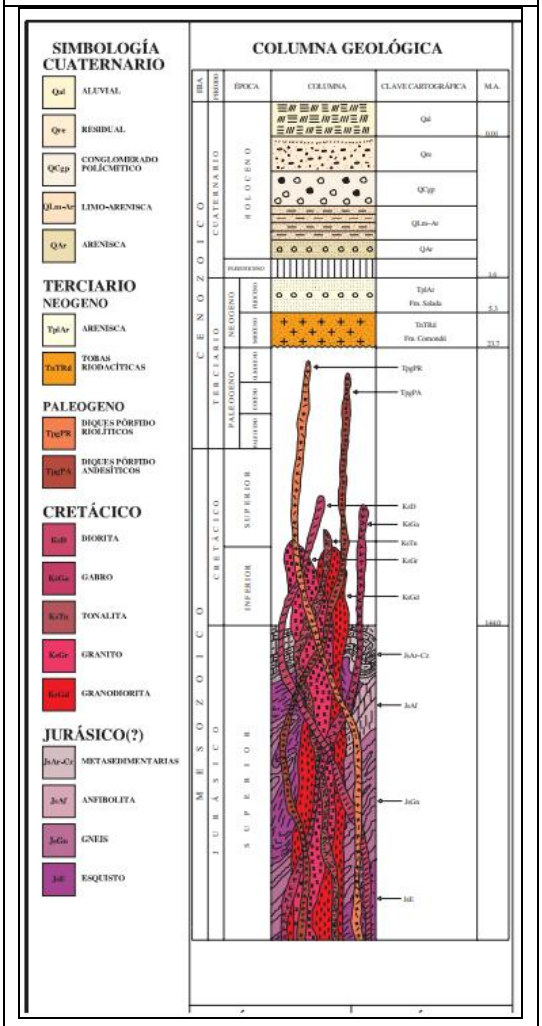


Figura 44. Carta geológico San Antonio. Servicio Geologico Mexicano.

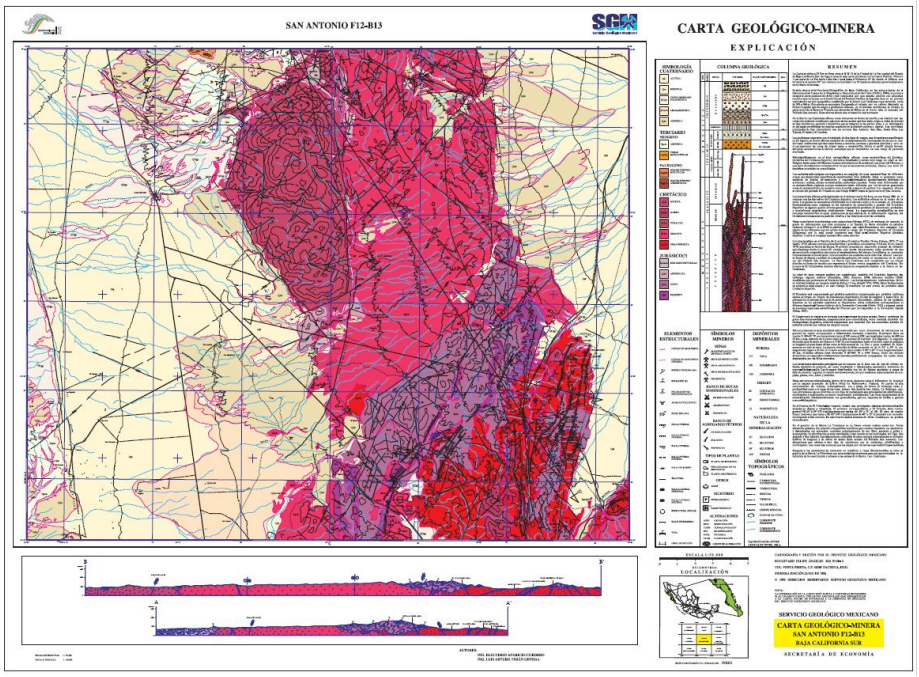


Figura 45. Plano geológico del San Antonio y El Triunfo. Servicio Geologico Mexicano.

Características Geomorfológicas.

La subprovincia de los Llanos de Magdalena en el área de La Paz se caracteriza por presentar hacia las sur llanuras con lomeríos aislados. En algunos lugares entre las llanuras y las sierras se presentan abanicos aluviales, como es el caso del abanico delta en donde se encuentra asentada la ciudad de La Paz. La porción más extensa de esta provincia se tiene hacia el NW, donde la presencia de cordones de dunas altas en el margen costero ha propiciado un drenaje endorreico, en la cuenca conocida como Llanos de Iray.

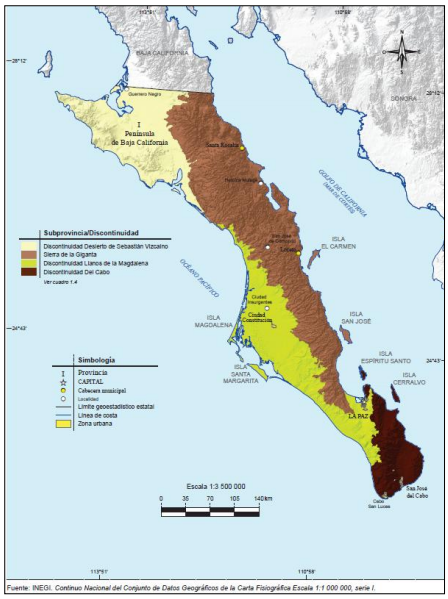


Figura 46. Fisiografía de Baja California Sur.

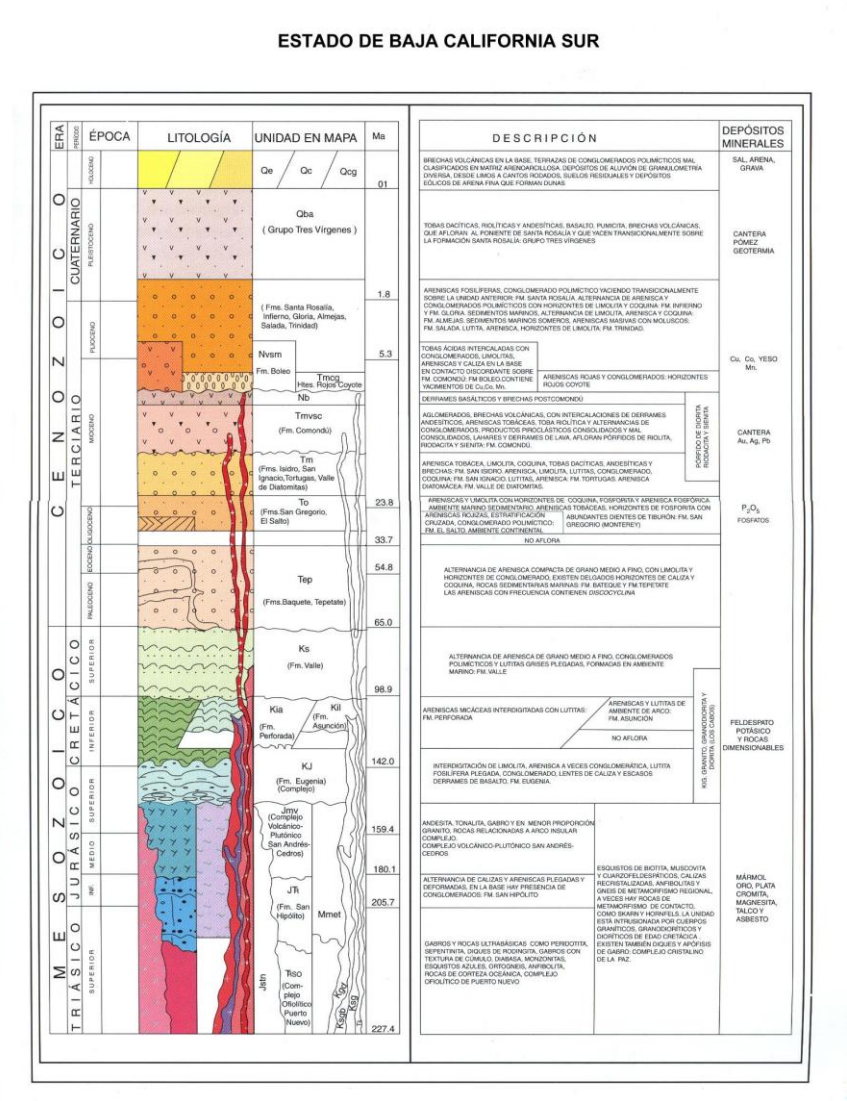


Figura 47. Estratigrafía de los eventos geológicos en Baja California Sur.

Características del Relieve

El relieve de Baja California Sur está constituido por una serie de Sierras que se extienden por todo el estado con dirección noroeste sureste y grandes extensiones de planicies arenosas. Hacia la costa del Golfo de California, los relieves agrestes y laderas abruptas son el resultado de los procesos erosivos fluviales que combinados con los procesos de intemperismo físico, biológico y químico sobre la roca, forman rasgos particulares de desierto.

Hacia la parte norte y centro occidental, sobre los desiertos de El Vizcaíno y los llanos de La Purísima-Iray, predominan las laderas de bajo ángulo, los sistemas de pie de monte y grandes planicies aluviales que se extienden desde la parte central del estado en colindancia con el quiebre topográfico de Sierra de La Giganta hasta la costa del Pacífico (INEGI 1995).

Dentro del relieve más representativo del estado, se encuentran las siguientes elevaciones montañosas:

San José de Castro, Sierra de Santa Clara, Sierra de San Francisco, Volcán de las Tres Vírgenes, Sierra de La Giganta, Sierra Tarabillas, Sierra El Mechudo, Sierra Las Cruces - La Gata, Sierra de La Laguna.

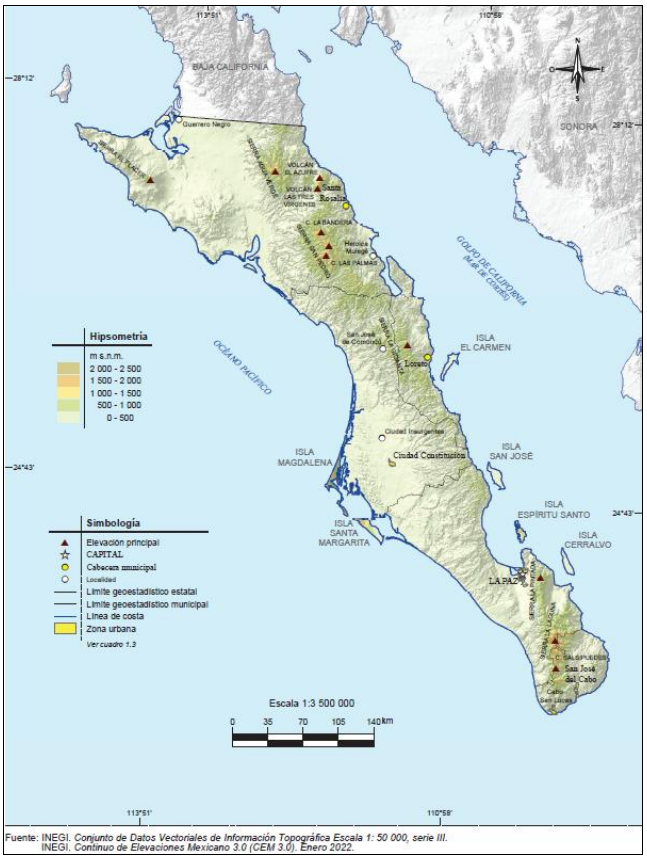


Figura 48. Continuo de elevaciones Baja California Sur. Fuente INEGI 2022.

Presencias de Fallas y Fracturamientos

Debido a las características que componen la roca madre del subsuelo y al material que lo sobre yace no se identifican estructuras como fallas o fracturas, aunque la determinación de estas estructuras se encuentra reflejada en el arreglo del patrón hidrológico superficial prevaleciente.

Debido a las características que componen la roca madre del subsuelo y al material que lo sobre yace no se identifican estructuras como fallas o fracturas, aunque la determinación de estas estructuras se encuentra reflejada en el arreglo del patrón hidrológico superficial prevaleciente.

Susceptibilidad de la Zona

Un sismo es el rompimiento repentino de las rocas en donde se libera energía acumulada, este se produce al interior de la Tierra entre los límites de las placas tectónicas en donde estas hacen contacto. Esta energía se manifiesta desde el hipocentro e irradia en forma de ondas sísmicas, que se propaga a través del medio sólido de la Tierra, estas ondas presentan diferentes rangos de duración e intensidad (UNAM SSN, 2023; CENAPRED 2006).

Es bien conocido que la República Mexicana se ubica en una zona de elevada actividad sísmica, por lo que frecuentemente es sacudida por fuertes sismos. El país se encuentra ubicado dentro del Cinturón Circumpacífico, que es una zona relativamente angosta alrededor del Océano Pacífico, que corre desde el extremo Sur de América, pasando por Chile, Perú, Ecuador, Colombia, América Central, México, Estados Unidos, Canadá y Alaska, para continuar después hacia Japón y las Islas Filipinas y terminar en la Isla Sur de Nueva Zelanda. En esta zona se libera anualmente del 80% al 90% aproximadamente de la energía sísmica en el mundo.

Por su situación geográfica, la República Mexicana se ubica dentro de una zona de colisión continental y se le considera de un riesgo sísmico alto para un 30% del país (porcentaje dentro del cual se localiza el Estado de Baja California Sur), 25% de riesgo moderado y un riesgo bajo para el restante.

Los principales sismos en México son causados por la subducción de la Placa de Cocos por debajo de la Placa Americana, frente a las Costas de los Estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco. Por otra parte, se tienen también problemas sísmicos causados por la falla de San Andrés en Baja California y Norte de Sonora. A nivel municipal, se identifican una serie de fallas y fracturas que obedecen a la disección del arreglo hidrológico presente, no obstante, en el sitio específico donde se ubican el área de estudio en estudio no se presentan este tipo de estructuras.

Finalmente, es importante mencionar que el sitio del proyecto, aunque ha recibido los efectos de los sismos no ha sido epicentro de alguno.

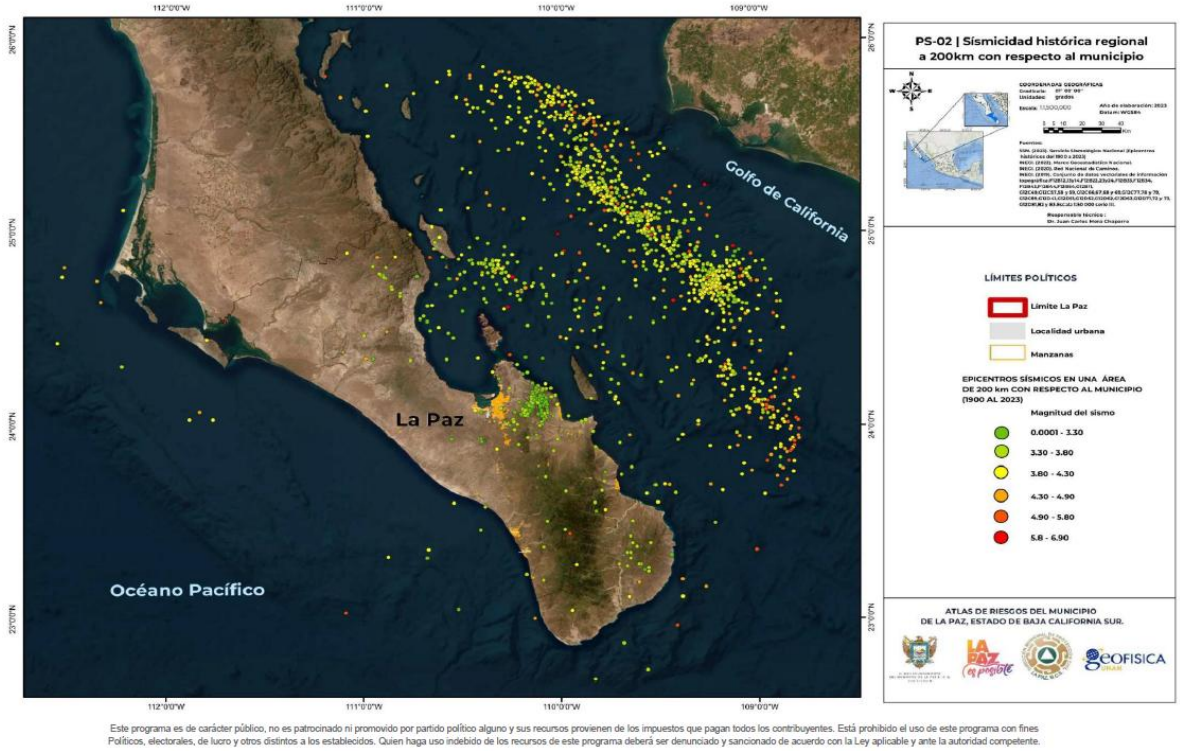


Figura 49. Sismicidad histórica regional a 200 km con respecto al municipio de La Paz. Fuente Atlas de Riesgo del municipio de La Paz, 2023.

Actividad Volcánica

Adicionalmente, se debe tener en cuenta la actividad por este tipo de eventos geológicos es de muy bajo grado, como se ha demostrado que, a lo largo de los últimos siglos, los eventos volcánicos no se han manifestado en la zona como fue en el Terciario, y no hay actividad actualmente.

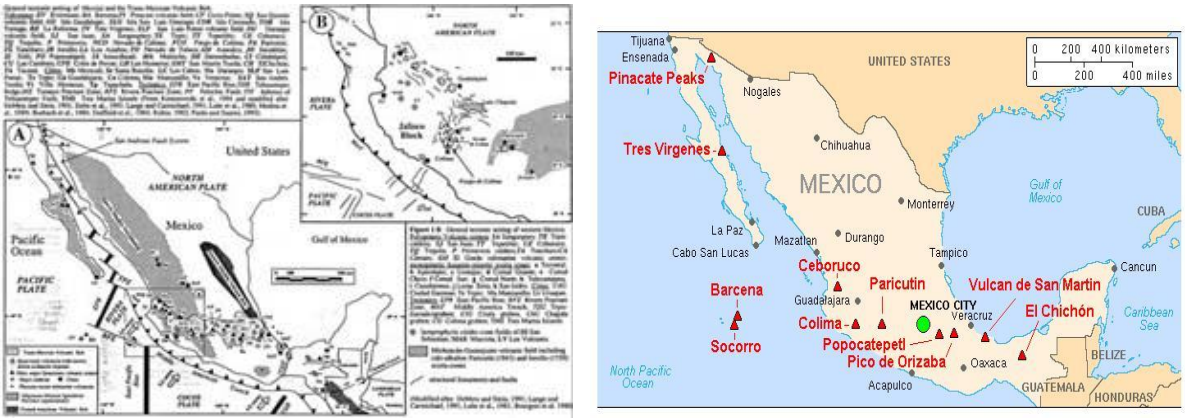


Figura 50. Zonas de actividad volcánica en la República Mexicana

IV.2.1.3 Suelos

En Baja California Sur los climas que prevalecen son los muy secos semicálidos y cálidos, éstos, en interacción con factores tales como el material parental y el relieve,

han dado lugar a la formación de suelos jóvenes, pocos desarrollados, entre ellos las unidades de mayor cobertura son: Leptosol, regosol, yermosol y vertisol.

Gran parte de los suelos se han originado principalmente de rocas del tipo ígneas ácidas y graníticas, cuyo contenido de cuarzo es alto.

Tipos de Suelos en el Predio del Proyecto y su Área de Influencia

El tipo de suelo de la zona de estudio es muy joven de poco espesor de tipo litosol.

Composición del suelo

Tipo Litosol.

Grupos texturales

El grupo textural que se identifica en la unidad de suelos del sitio del proyecto son de muy poco espesor ya que aflora las rocas ígneas.

Uso del suelo

Los predios objeto del proyecto, presentan antecedentes de aprovechamiento y explotación previa, por lo que el uso actual del suelo corresponde a actividades mineras históricas, encontrándose el área previamente intervenida. En consecuencia, las características del sitio reflejan modificaciones derivadas de dichas actividades, sin que ello implique la apertura de nuevas áreas o cambios significativos adicionales en el uso del suelo.

Uso potencial

De acuerdo con la clasificación de uso potencial del suelo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), aproximadamente el 95 % del predio corresponde a zonas de quinta categoría, las cuales se consideran limitadas o no aptas para el desarrollo de actividades agrícolas bajo métodos tradicionales.

Esta clasificación obedece a la presencia de severas limitantes físicas y ambientales, entre las que destacan la escasa profundidad del suelo, la abundante pedregosidad

superficial, la pendiente pronunciada del terreno y la baja disponibilidad de humedad, condiciones que en conjunto restringen significativamente el establecimiento y desarrollo adecuado de cultivos anuales.

IV.2.1.4 Geohidrología e hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial regional.

Región hidrológica

Se encuentra ubicado en la Región Sur del Estado de Baja California (003).
La cuenca de La Paz, queda comprendida dentro de la Región Hidrológica No.6 “Baja California Sur Este”.

Subregión

La Paz –Los Cabos.

Cuenca

La cuenca de La Paz de superficie de 947 km^2, situada en la porción Sur Oriental de la Península de BCS.

Subcuenca

San Antonio- San Juan de Los Planes.

Hidrología

De norte a sur y a lo largo de aproximadamente 59 Km, la cuenca se divide en dos cuencas hidrológicas. La primera forma parte de la Región Hidrológica Suroeste, Magdalena y la segunda pertenece a la Región Hidrológica Sureste, La Paz. Esto significa que la reserva constituye la división media entre los escurrimientos que drenan hacia el Océano Pacífico y los que lo hacen hacia el Golfo de California o Mar de Cortés.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua, de la reserva se derivan seis cuencas hidrológicas.

El estado de Baja California Sur se caracteriza por presentar condiciones de extrema aridez, lo que incrementa de manera significativa la demanda del recurso hídrico. Las corrientes superficiales permanentes prácticamente no existen, principalmente por la baja precipitación anual y la alta permeabilidad del suelo. Solo en periodos de ciclones se generan escurrimientos temporales.

De acuerdo con la figura 33, el área del proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica No. 6 “Baja California Sureste” (La Paz). Dentro de esta región, la cuenca La Paz–Cabo San Lucas destaca como la de mayor superficie en la entidad, con una extensión aproximada de 11,426.126 kilómetros cuadrados.

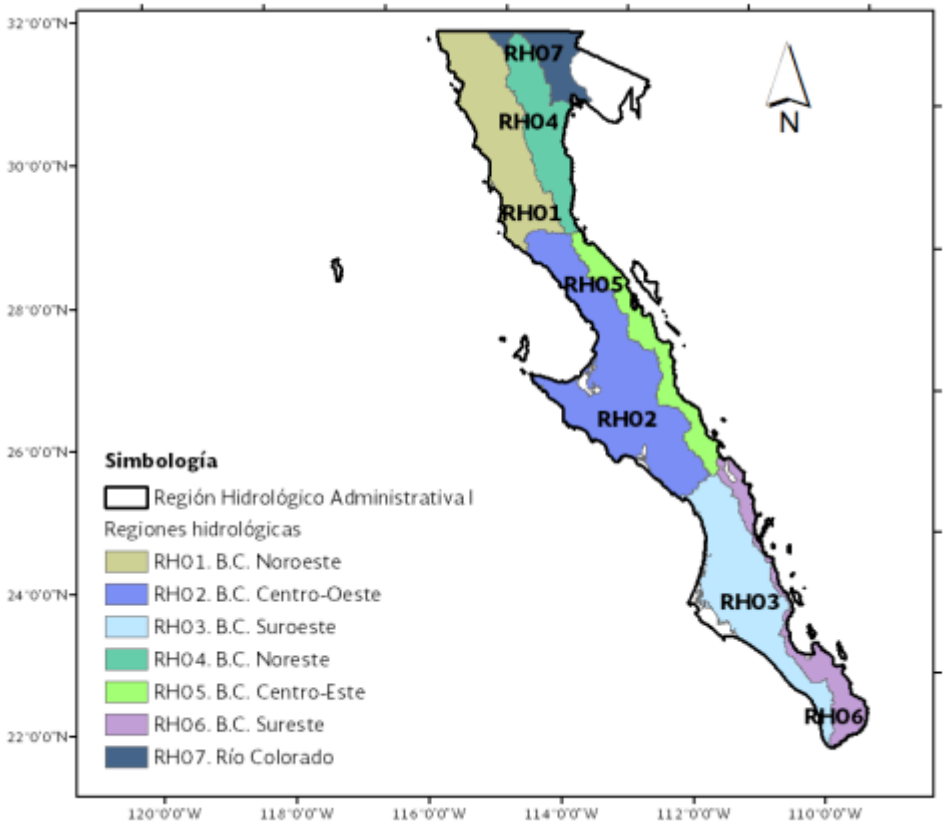


Figura 51. Regiones Hidrológicas en la Región Hidrológica Administrativa I. Península de Baja California. Fuente CONAGUA.2021.

Hidrología superficial

Según la información de la Comisión Nacional del Agua y del INEGI, contenida en la carta de aguas superficiales, el área del proyecto se ubica dentro de la Cuenca A, perteneciente a la Región Hidrológica No. 6. Esta región se extiende desde Cabo Falso, en su límite sur, hasta el municipio de Loreto al norte. Fig. 19.

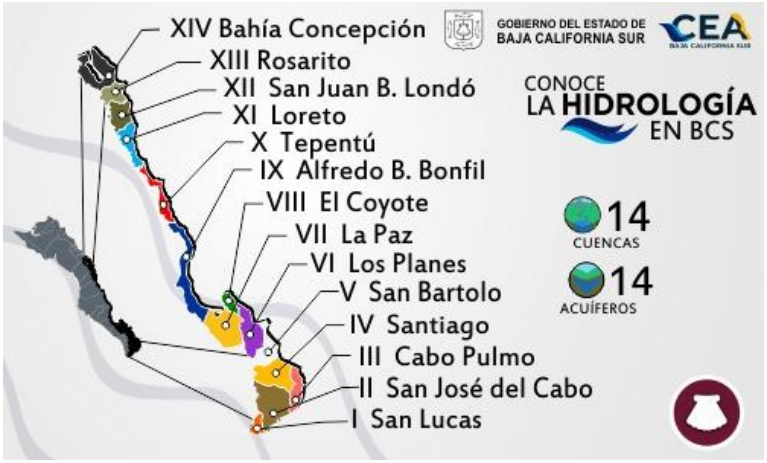


Figura 52. Cuencas de la Región Hidrológica VI Baja California Sur. Fuente Comisión Estatal del Agua de Baja California Sur.

En esta cuenca no se presentan corrientes superficiales permanentes; los escurrimientos solo ocurren tras episodios de lluvia, comúnmente asociados al impacto de huracanes en la zona.

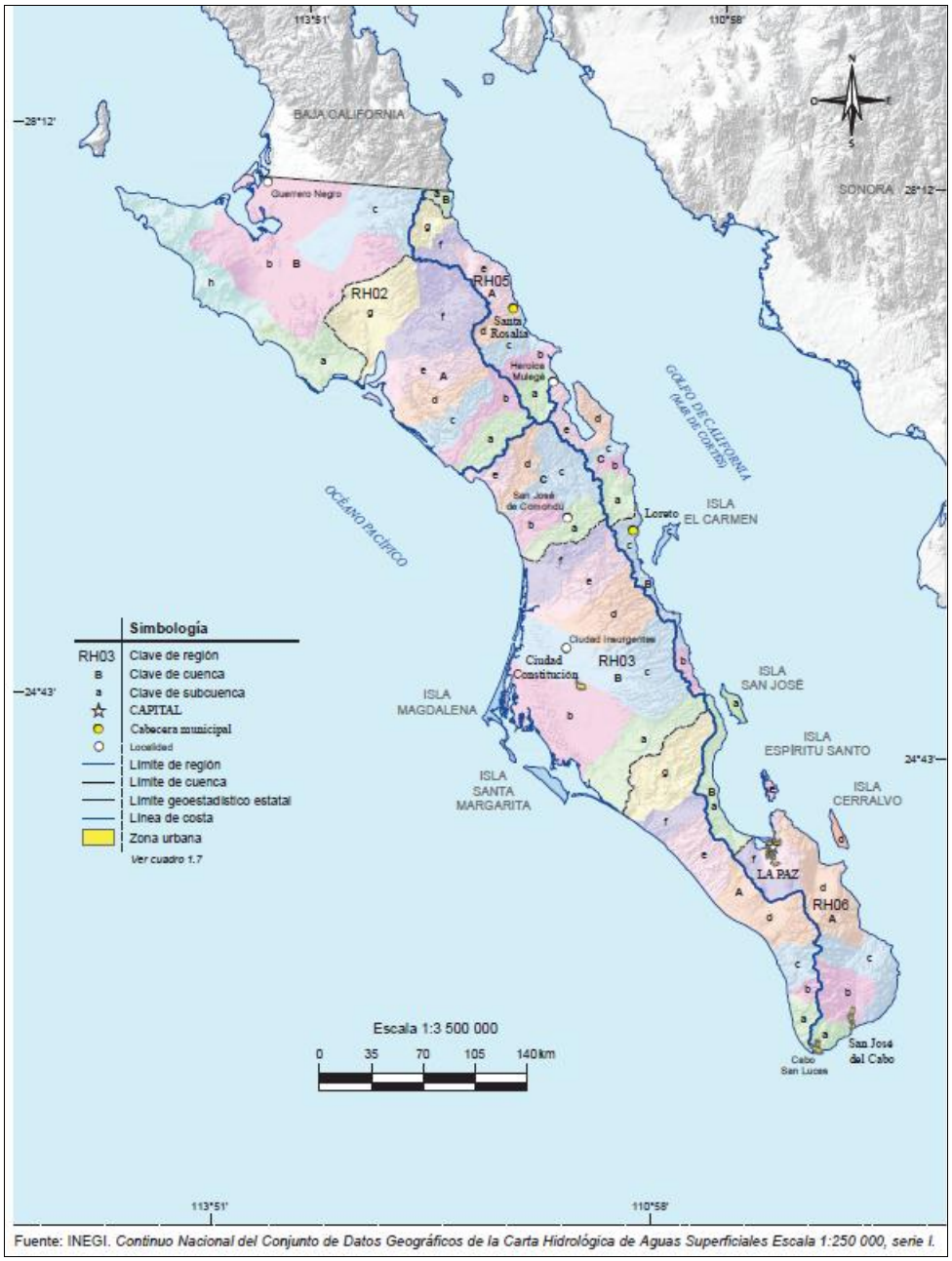
La Ciudad de La Paz constituye el principal centro poblacional de la región y es también el principal destino del aprovechamiento tanto de las aguas superficiales como de las subterráneas de la cuenca.

Hidrología subterránea

En el estado de Baja California Sur, la gran mayoría de los depósitos de agua subterránea tienen un comportamiento geohidrológico de tipo libre, aunque hay algunos depósitos de tipo confinado y semiconfinado. Los acuíferos están incluidos litológicamente en secuencias granulares no consolidadas y en material consolidado constituido por rocas sedimentarias y volcanoclásticas. Geo cronológicamente, tales materiales acuíferos tienen una edad del Terciario-Reciente (INEGI, 1996).

Los manantiales están presentes en zonas montañosas, aflorando frecuentemente a través de formaciones rocosas, donde la permeabilidad secundaria permite la infiltración del agua precipitada, que posteriormente es liberada de manera gradual hacia las zonas topográficas más bajas. Aunque este tipo de fuente de agua dulce no aporta volúmenes significativos, sus afloramientos son un importante aliciente para aquellas comunidades que no cuentan con obras hidráulicas.

La disponibilidad de agua subterránea en la zona se limita al subsuelo con adecuado aprovechamiento en los acuíferos, alojados en manantiales aluviales en pequeños depósitos subterráneos en la cuenca y en la vertiente del Pacífico y de mayores proporciones los del Golfo de California.



Fuente: INEGI. *Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:250 000, serie I.*

Figura 53. Regiones, cuencas y subcuencas hidrológica.

Descripción de la cuenca hidrológica

El 70 % del volumen de agua subterránea se ha convertido en un elemento indispensable en el suministro a los diferentes usuarios, bien sea en las zonas áridas

en donde constituye la fuente de abastecimiento más importante y a menudo la única, como es el caso de la ciudad de La Paz.

La sobreexplotación de los acuíferos ha generado diversos efectos perjudiciales, entre los cuales se encuentra el grave impacto ecológico irreversible por rápido crecimiento poblacional. Asimismo, el deterioro de la calidad de agua de los acuíferos, principalmente por intrusión salina y migración de agua fósil de mala calidad, ha sido provocado por tal sobreexplotación. El acuífero del Valle de La Paz – El Carrizal se recarga por 5 cuencas entre las más importantes: la Cuenca de El Coyote, El Cajoncito, El Novillo, San Pedro y El Carrizal, con distintos volúmenes como se explica en la Tabla 16.

Tabla 16. Volumen de agua de recarga al Acuífero de La Paz 0324

Concepto	Cuenca	Volumen m^3
Recarga a, b	SAN PEDRO - EL CARRIZAL	20,800,000
Recarga c	EL NOVILLO	5,600,000
Recarga d	EL CAJONCITO – LAS CRUCES	8,184,076
Recarga e	EL COYOTE	6,800,000
Total		**28,984,076**

IV.2.2 Aspectos bióticos

IV.2.2.1 Vegetación terrestre

El tipo de vegetación de la zona está definido por una comunidad vegetacional de rango elevado caracterizado primordialmente por la fisonomía, por los aspectos generales y exteriores de la vegetación y el conjunto de sus rasgos (Rzedowski 1978). Por su estructura, **en el predio del proyecto**, esta comunidad de selva baja caducifolia presenta un solo estrato arbóreo con tallas de entre 6 a 14 m (Morelos 1988), en donde las especies características son el Mauto (*Lysiloma divaricata*), Palo blanco (*L. candida*), Chilote (*Erythrina flabelliformis*), Jacalozulco (*Plumeria acutifolia*), Torote rojo (*Bursera microphylla*), Palo zorrillo (*Cassia emarginata*), Palo escopeta (*Albizzia occidentalis*), Brazil (*Haematoxylton brasiletto*), Palo amarillo (*Esenbeckia flava*) y Palo chino (*Pithecellobium mexicanum*).

En el estrato medio, caracterizado por formas arbustivas (de La Luz et al. 1988), de una altura entre 1 y 2 m, las especies más comunes son el Lomboy blanco (*Jatropha*

cinerea), Lomboy rojo (*J. vernicosa*), Palo Adán (*Fouquieria diguetii*), Mimosa (*Mimosa brandegeei*), *Celtis reticulata*, *Plumbago scandens* y Cholla (*Opuntia cholla*).

En el estrato bajo, las herbáceas y subarbustos perennes son dominantes sobre las anuales (de La Luz et al. 1988). El estrato herbáceo se encuentra poco desarrollado con alturas medias de 0.50 m, con las especies representantes de Caribe (*Cnidoscolus angustidens*), Buena mujer (*Aster spinosus*), *Cassia tora, Carlowrightia pectinata, Lantana scorta, Viquiera spp. y Solanum spp*. Como subarbustos pueden considerarse a *Amaranthus spinosus, Ambrosia ambrosioides* (Chicura), *Baccharis glutinosa, B. sarothroides, Duranta repens, Heimia salicifolia e Hymenoclea salsola*. Es notable que de La Luz et al. (1988) trata especialmente a un grupo de herbáceas como *“estrato de las trepadoras”* en cuya categoría localiza a las especies de San Miguel (*Antigonon leptopus), Ibervillea sonorae, Nissolia setosa, Xogonium bracteatum, Serjania californica, Cardiospermum corindum, Rhynchosia pyramidalis, Bignonia unguiculata, Govania rosei, Merremia aurea y Matelea fruticosa.*

Los Cardones (*Pachycereus spp*.) están localizados en el estrato arbóreo; la Pitahaya dulce (*Stenocereus thurberi*), la Pitahaya agria (*Machaerocereus gummosus*) y la Cholla (*Opuntia cholla*), en el estrato medio.

En el predio del proyecto, se reconocieron las especies de la localidad por medios de observación directa, con apoyo de fotografías tomadas en el lugar, y las guías de campo Coyle y Roberts (1975), Roberts (1989), Hollis y Sánchez (1998), Wiggins (1980), Shreve y Wiggins (1964).

El sitio se caracteriza como serrano compuesto por cerros y cañadas profundas, raramente interrumpidas; en estas zonas, así, la distribución de la vegetación no es uniforme. Las plantas observadas están referidas a las pendientes de la serranía. El arreglo taxonómico para las plantas observadas se hizo de acuerdo con Wiggins (1980).

Para el predio Las Flores, se identificaron 37 especies, 33 géneros (entre ellos un spp.) distribuidos en 14 familias.

Las cuatro familias mejor representadas fueron:

- **LEGUMINOSAE** con ocho especies
- **EUPHORBIACEAE** con siete
- **CACTACEAE** con seis
- **COMPOSITAE** con cuatro

Las familias SOLANACEAE y RHAMNACEAE presentaron dos especies cada una, y el resto de las familias solamente un representante.

La frecuencia entre los arbustos (Ar) fue de 29.72 %, árboles (A) 27.02 %, herbáceas (he) y cilíndricas (c) con 13.51 % cada una. Simultáneamente se presentaron especies con formas de vida en árbol y arbusto (A, Ar) con 13.51 %, finalizando con cilíndrico globoso (cg), oblongos (o) y arrosetada (Arr) con 2.7 % cada forma.

De las 37 especies presentes en el sitio, 16 (43.24 %) exhibieron flor, 7 (18.9 %) frutos y 3 (8.1 %) flor y fruto simultáneamente.

Desde un punto de vista global, 26 especies (70.27 %) presentaron fenología.

Este aspecto demuestra la alta productividad existente como un efecto debido a las lluvias de verano ocurridas en el presente año.

Principales asociaciones vegetacionales y distribución

La vegetación del predio es una asociación de selva baja caducifolia (INEGI, 2021), en donde la mayoría de los individuos que conforman la comunidad tiran las hojas en época de sequía, los árboles dominantes por lo regular son inermes.
La comunidad común para este tipo de vegetación se asocia con los géneros:

- *Bursera spp.*
- *Lysiloma spp.*
- *Jacaratia spp.*
- *Ipomoea spp.*

- *Pseudobombax spp.*
- *Erythrina spp.*
- *Cordia spp.*

Este tipo de comunidad está localizada en lo que se denomina Región de La Sierra de la Giganta (Wiggins 1980), caracterizada por los géneros *Lysiloma spp., Pithecellobium spp., Acacia spp., Prosopis spp., Cassia spp. y Cercidium spp.* Se encuentran además representantes de *Stenocereus thurberi, Mammillaria spp. y Opuntia spp.*

La comunidad de la selva baja caducifolia determina o marca la presencia del elemento tropical en la península de Baja California. En la Región de la Sierra de La Giganta o de La Laguna (de La Luz, 1988), de los 400 a 1,000 msnm, el tipo de vegetación está caracterizado, además de los ya mencionados, por:

- *Mimosa spp.*
- *Albizzia spp.*
- *Croton spp.*
- *Yucca spp.*
- *Pachycereus spp.*
- *Cnidoscolus spp.*
- *Merremia spp.*
- *Bignonia spp.*
- *Cardiospermum spp.*
- *Exogonium spp.*
- *Jatropha spp.*
- *Esenbeckia spp.*
- *Gochantia spp.*
- *Calliandra spp.*

- *Nissolia spp.*
- *Serjania spp.*
- *Rhynchosia spp.*
- *Govania spp.*
- *Calyoncitum spp.*
- *Sapium spp.*
- *Celtis spp.*

La mejor caracterización de esta comunidad se observa entre los 400 a 800 msnm, ya que a una altura de 1,000 m se mezcla con bosque de encino (Morelos 1988), mientras que, por abajo de los 400 m, lo hace con elementos del matorral xerófilo.

Mencionar especies de interés comercial

Las especies de interés comercial, en el Estado de Baja California Sur, son más bien de tipo artesanal y de forma primaria en actividades para construcción, utilizando las especies maderables siendo usadas como postes para cercos y algunos componentes de estructuras de las casas rurales.

En el caso de los frutales, se obtienen beneficios a nivel familiar por venta del producto natural o procesado (ates y encurtidos).

De 455 especies encontradas en el noroeste del país con uso actual y potencial, el 33.4 % se distribuyen en nuestro Estado (Piña 1983).

De las especies observadas en el predio, cuatro tienen importancia comercial:

- El Mauto y Palo zorrillo, que son comercializados como postes para usos en cercos a nivel rústico.
- El Palo blanco, que es usado en curtiduría por los rancheros, dando un uso artesanal a este recurso.

- La Pitahaya dulce, cuyo fruto es vendido directamente por los pobladores de San Antonio, lugares circunvecinos y en la orilla de la carretera transpeninsular La Paz–Los Cabos, entre los meses de julio a septiembre.

También se elabora ate de pitahaya, envasándose en frascos de vidrio para su venta en una industria familiar y ofertándose en expendios que se establecen contiguos a la carretera.

Aunque con usos potenciales, el resto de las especies vegetales presentes en el sitio de estudio, no son explotados comercialmente por los pobladores de la región, si acaso en forma ocasional se consume la semilla madura del Caribe, herbácea que se desarrolla en la época de lluvias.

Señalar si existe vegetación endémica y/o en peligro de extinción

De las plantas observadas en campo, dentro del sitio de estudio, ninguna especie se encuentra en categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en peligro de extinción, como se observa en la tabla 17.

De estas especies:

- Tres tienen forma de vida de árbol,
- Cuatro son arbustivas,
- Y el resto son herbáceas, arrosedata y cilíndrica globosa.

Sólo *Acacia brandegeana* puede presentarse como árbol, o arbusto por periodos largos de vida.

Como se puede observar en la tabla 18, la familia LEGUMINOSAE tiene tres especies endémicas, en segundo término, la COMPOSITAE con dos, y el resto, con una especie cada una. Las seis familias con representantes endémicos componen el 46.8 % de todas las familias observadas en el sitio de estudio.

Tabla 17. Vegetación observada en el sitio de estudio del proyecto

FAMILIA / especie	Nombre	Fenología	Forma
Acacia brandegeana	Vinorama	fl	A, Ar
Lysiloma divaricata	Mauto	fl, fr	A
L. candida	Palo blanco		
Erythrina flabelliformis	Chilcote	fr	A
Acacia angustissima	Dai	fl	A, Ar
Prosopis glandulosa	Mezquite		A
Senna otomaria	Palo zorrillo	fr	A
Caesalpinia pannosa	Quiquirigallo	fl	Ar
Tecoma stans	Palo de arco	fl	A, Ar
Nicotiana glauca	Levántate Juan	fl	Ar
Datura dicolor	Toloache	fl	he
Adelia virgata	Pimientilla		A
Cnidoscolus angustidens	Caribe	fl, fr	he
Jatropha cinerea	Lomboy		Ar
J. vernicosa	Lomboy rojo	fl	Ar
Croton borgenis	Malva lanosa	fl, fr	Ar
Bernardia mexicana	Bernardia		he
Euphorbia leucophylla	Golondrina	fl	he

FAMILIA / Especie	Nombre común	Fenología	Forma
COMPOSITAE			
Ambrosia ambrosioides	Chicura	fr	Ar
Viguiera tomentosa	Tacote	fl	Ar
Gochnatia arborescens	Ocote	fl	Ar
Encelia farinosa	Incienso	fl	Ar
Hymenoclea monogyra	Romerillo		Ar
BURSERACEAE			
Bursera microphylla	Torote rojo	fr	A
B. odorata	Torote blanco		A
CACTACEAE			
Stenocereus thurberi	Pitahaya dulce		c
Opuntia	Nopal	fr	c

(Platyopuntia) sp.			
O. echinocarpa	Alcajer		c
O. cholla	Cholla		c
Ferocactus peninsulae	Biznaga	fl	cg
Pachycereus pringlei	Cardón		c
RHAMNACEAE			
Karwinskia humboldtiana	Cacachila	fr	Ar
Colubrina viridis	Palo colorado		A, Ar
POLYGONACEAE			
Antigonon leptopus	San Miguel	fl	he
BORAGINACEAE			
Bourreria sonorae	Chocolatillo		Ar
AGAVACEAE			
Yucca valida	Datilillo		Arr

FAMILIA / Especie	Nombre común	Fenología	Forma
CONVOLVULACEAE			
Merremia aurea	Yuca	fl	he
FOUQUIERIACEAE			
Fouquieria deguetii	Palo Adán	fl	A, Ar
APOCYNACEAE			
Plumeria acutifolia	Jacalozucho	fl	A

Tabla 18. Especies endémicas encontradas en el sitio de estudio del Proyecto.

FAMILIA / Especie	Forma de vida
LEGUMINOSAE	
Acacia brandegeana	A, Ar
Lysiloma candida	A
Caesalpinia pannosa	Ar
EUPHORBIACEAE	
Croton borgeensis	A
Jatropha vernicosa	Ar
COMPOSITAE	
Viguiera tomentosa	Ar
Gochnatia arborescens	A
AGAVACEAE	
Yucca valida	Arr
CONVOLVULACEAE	
Merremia aurea	he
CACTACEAE	
Ferocactus peninsulae	c

Fenología:

- **fl** = flor
- **fr** = fruto

Forma de vida:

- **A** = árbol
- **Ar** = arbusto
- **he** = herbácea
- **c** = cilíndrico
- **cg** = cilíndrico globoso
- **Arr** = arrosedata
- **o** = oblongo

IV.2.2.2. Fauna

Fauna característica de la zona

La fauna presente en el área de estudio fue identificada con base en la revisión de literatura especializada, así como mediante recorridos de campo efectuados en la zona del proyecto. Con esta información, se integró un listado sistemático de las especies de vertebrados correspondientes a las clases Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos con distribución en la Región del Cabo. El análisis se circunscribe al tipo de ambiente donde se pretende desarrollar el proyecto denominado Centro de procesamiento Responsable Las Flores, considerando únicamente aquellas especies asociadas al ecosistema de selva baja, el cual caracteriza el sitio del proyecto y su área de influencia inmediata.

Anfibios y reptiles

La herpetofauna de la Región del Cabo está compuesta por 48 especies (Álvarez et al. 1988). Los Anfibios (ranas y sapos), están representados con tan sólo cuatro especies, mientras que los Reptiles se encuentran mayormente representados con 44 especies, las cuales se agrupan en 13 familias. De ellas, 7 especies y tres subespecies se consideran endémicas de la Región del Cabo, aunque cabe señalar que, de ellas, 5 especies y dos subespecies son exclusivas del área de la sierra de La Laguna.

En la región se pueden encontrar tres especies de anfibios y 31 de reptiles, las cuales se enlistan en la Tabla 19.

Tabla 19.- Anfibios y Reptiles

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia	Salienta	Pelobatidae	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador
Amphibia	Salienta	Bufonidae	*Bufo punctatus*	Sapo
Amphibia	Salienta	Hylidae	*Hyla regilla*	Ranita
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	*Coleonyx variegatus*	Geco
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	*Phyllodactylus unctus*	Salamanques
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	*P. xanti*	Geco
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora arenera
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura hemilopha*	Iguana de piedra
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Sceloporus zosteromus*	Bejori
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*S. licki*	Bejori
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*S. hunsakeri*	Bejori
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Urosaurus nigricaudus*	Cachora matorralera
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Petrosaurus thalassinus*	Lagartija de las piedras
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Phrynosoma coronatum*	Camaleón
Reptilia	Squamata	Xantusiidae	*Xantusia vigilis*	Cachora pequeña
Reptilia	Squamata	Scincidae	*Eumeces lagunensis*	Ajolotito rayado

Aves

La avifauna de la Región del Cabo ocupa diversos ambientes que se extienden desde el medio marino, costero, matorral desértico y selva baja, hasta el bosque de pino encino a 2100 msnm. La componen un total de 289 especies (Rodríguez, 1988) de las cuales el 38.41% (111 especies) son consideradas residentes y el resto migratorias. El 36.9% de las aves residentes (41 especies) se consideran endémicas a nivel de especie o subespecie.

Se han considerado 49 especies y subespecies de aves residentes susceptibles de ser encontradas en este tipo de ambiente, las especies consideradas se enlistan en la

Tabla 20, En la visita realizada al predio, se identificaron 16 especies de aves, las cuales se presentan en la Tabla 21**.**

Tabla 20 - Avifauna Residente

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Ciconiiformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis ibis*	Garza garrapatera
Falconiformes	Cathartidae	*Cathartes aura teter*	Aura / Zopilote
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla cola cinchada
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis calurus*	Gavilán cola roja
Falconiformes	Accipitridae	*Aquila chrysaetos canadensis*	Águila real
Falconiformes	Falconidae	*Polyborus plancus audubonii*	Quelele
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius peninsularis*	Aguililla chapulera
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus anatum*	Halcón peregrino
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla californica achrustera*	Chacua / Codorniz
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus vociferus*	Tildío
Columbiformes	Columbidae	*Columba fasciata vioscae*	Paloma de collar / Paloma serrana
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica clara*	Paloma pitahayera
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura marginella*	Paloma tarabilla
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina pallescens*	Torcacita
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus occidentalis*	Platero piquiamarillo
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Churea / Correcaminos
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba pratincola*	Lechuza común
Strigiformes	Strigidae	*Otus kennicottii xantusi*	Tecolotito chillón
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus elachistus*	Tecolote cornudo
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium*	Picamétate

		gnoma hoskinsii	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis inferior*	Tapacaminos
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Phalaenoptilus nuttallii dickeyi*	Pachacua
Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis saxatalis*	Vencejo
Apodiformes	Trochilidae	*Hylocharis xantusii*	Chuparrosa / Chuparrosa de Xantus
Piciformes	Picidae	*Melanerpes uropygialis brewsteri*	Carpintero de Gila
Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris lucasanus*	Carpintero chollero
Piciformes	Picidae	*Colaptes auratus chrysoides*	Carpinterón
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax difficilis cineritius*	Mosquitero barranqueño
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans semiatra*	Papamosca negro
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus flammeus*	Cardenalito
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens pertinax*	Lelo / Copetón cenizo
Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma coerulescens hypoleuca*	Pájaro azul
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax clarionensis*	Cuervo común
Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus grindae*	Sastrecillo
Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus obsoletus*	Saltadera
Passeriformes	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus conspersus*	Saltapared tepetatero
Passeriformes	Muscicapidae	*Polioptila caerulea obscura*	Chivirito / Perlita común
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo huttoni cognatus*	Vireo oliváceo
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos leucopterus*	Cenzontle
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus nelsoni*	Verduguillo
Passeriformes	Emberizidae	*Cardinalis*	Cardenal común

		cardinalis igneus	
Passeriformes	Emberizidae	*Cardinalis sinuatus peninsularis*	Cardenal torito
Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo erythrophthalmus magnirostris*	Chois
Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo fuscus albigula*	Vieja
Passeriformes	Emberizidae	*Aimophila ruficeps sororia*	Zacatonero corona rojiza
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus trochiloides*	Calandria palmera
Passeriformes	Icteridae	*Icterus parisorum*	Calandria tunera
Passeriformes	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus ruberrimus*	Gorrión mexicano
Passeriformes	Fringillidae	*Carduelis psaltria hesperophilus*	Dominico

Tabla 21.- Aves Observadas en el área del proyecto

Orden	Familia	Especie	Nombre común/Estatus
Falconiformes	Cathartidae	*Cathartes aura teter*	Aura / Zopilote (R)
Falconiformes	Accipitridae	*Accipiter striatus velox*	Gavilán pajarero (M)
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis calurus*	Gavilán cola roja (R)
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius peninsularis*	Aguililla chapulera (R)
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla californica achrustera*	Chacua / Codorniz (R)
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica clara*	Paloma pitayera (R)
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina pallescens*	Torcacita (R)
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Churea / Correcaminos (R)
Apodiformes	Trochilidae	*Hylocharis xantusii*	Chuparrosa / Chuparrosa de Xantus (R)
Piciformes	Picidae	*Melanerpes uropygialis brewsteri*	Carpintero de Gila (R)
Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma coerulescens hypoleuca*	Pájaro azul (R)

Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax clarionensis*	Cuervo común (R)
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos leucopterus*	Cenzontle (R)
Passeriformes	Emberizidae	*Vermivora celata*	Gusanero cabecigrís (M)
Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo fuscus albigula*	Vieja (R)
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus trochiloides*	Calandria palmera (R)

Mamíferos

La mastofauna de la Región del Cabo está compuesta por 47 especies (Woloszyn y Woloszyn 1982), éstas se agrupan en 6 órdenes: Chiróptera, representado por los murciélagos, cuenta con 21 especies; Rodentia, cuyos representantes son las ardillas, tuzas, ratas y ratones con 12 especies; Carnívora, que incluye a los depredadores por excelencia, que incluyen desde el pequeño babisuri, hasta el gran puma (este orden cuenta con 8 especies); Lagomorpha (liebres y conejos), con tres especies, y finalmente los órdenes Insectívora (topos) y Artiodactyla (venado), con dos y una especie respectivamente.

En el listado de especies se incluyen 32, las cuales se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Mamíferos

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi fulvus*	Murciélago de falsas espaldas desnudas
Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla rufescens*	Murciélago de cara plegada
Chiroptera	Phyllostomatidae	*Macrotous waterhousii californicus*	Murciélago orejón
Chiroptera	Natalidae	*Natalus stramineus mexicanus*	Natalo mexicano
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis yumanensis yumanensis*	Murciélago
Chiroptera	Vespertilionidae	*M. velifer peninsularis*	Murciélago de las cuevas
Chiroptera	Vespertilionidae	*M. volans volans*	Murciélago de piernas largas
Chiroptera	Vespertilionidae	*M. californicus californicus*	Murciélaguito de California

Chiroptera	Vespertilionidae	*Pipistrellus hesperus hesperus*	Murciélaguito
Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus peninsulae*	Murciélago moreno
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus borealis teliotis*	Murciélago rojizo
Chiroptera	Vespertilionidae	*L. cinereus cinereus*	Murciélago escarchado
Chiroptera	Vespertilionidae	*L. ega xanthanus*	Murciélago amarillo
Chiroptera	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus minor*	Murciélago pálido
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus xanti*	Liebre de cola negra
Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus leucurus extimus*	Ardilla / Juancito
Rodentia	Geomyidae	*Thomomys umbrinus anitae*	Tuza
Rodentia	Heteromyidae	*Perognathus spinatus peninsulae*	Ratón con bolsa
Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys peninsuale*	Ratón
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus eva*	Ratón de cactáceas
Rodentia	Cricetidae	*P. maniculatus coolidgei*	Ratón venado
Rodentia	Cricetidae	*Neotoma lepida notia*	Rata de campo
Rodentia	Muridae	*Mus musculus domesticus*	Ratón casero
Carnivora	Canidae	*Canis latrans peninsulae*	Coyote
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus peninsularis*	Zorra
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus palmarius*	Babisuri
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor grinnelli*	Mapache
Carnivora	Mustelidae	*Taxidea taxus hirsuta*	Tejón
Carnivora	Mustelidae	*Spilogale putorius lucasana*	Zorrillo
Carnivora	Felidae	*Felis concolor improcera*	Puma / León
Carnivora	Felidae	*Lynx rufus peninsularis*	Gato montés
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus hemionus peninsulae*	Venado bura

Especies de valor comercial

De conformidad con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento, el aprovechamiento extractivo, transporte y comercialización de especies de fauna silvestre únicamente puede llevarse a cabo mediante autorización expresa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), bajo esquemas de manejo autorizados tales como Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre (PIMVS), y siempre que se garantice su aprovechamiento sustentable.

En el Estado de Baja California Sur, el aprovechamiento de aves silvestres, particularmente las aves canoras y de ornato, se encuentra sujeto a restricciones específicas, quedando prohibida su captura en zonas urbanas y periurbanas, así como en áreas destinadas a la conservación, de conformidad con la normatividad ambiental vigente. Estas restricciones incluyen las áreas que circunscriben la ciudad de La Paz y su zona de influencia ambiental, así como el Proyecto de Reserva de la Biósfera de la Sierra de La Laguna, debido a su relevancia ecológica y biológica.

Considerando la ubicación del proyecto y el marco normativo aplicable, no se identifica la presencia de especies de vertebrados silvestres que sean objeto de aprovechamiento comercial autorizado dentro del área del proyecto, ni se desarrollan actividades legales de captura, transporte o comercialización de fauna silvestre en el sitio. En consecuencia, el proyecto no interfiere ni depende del aprovechamiento comercial de especies de fauna silvestre.

Especies de interés cinegético

El estado de Baja California Sur se encuentra dividido en cuatro Regiones Cinegéticas, siendo la extensión de cada región la correspondiente a cada uno de los municipios del estado. El área donde se localiza el proyecto corresponde a la región cinegética RC-3, la cual comprende al municipio de La Paz, este limita al norte con el municipio de Comondú (RC-2) y al sur con el municipio de Los Cabos (RC-4). En la región correspondiente al municipio de La Paz, se encuentran áreas vedadas a la cacería, una de ellas es el área que comprende la sierra del Mechudo y San Juan de la Costa y la otra, el área triangular que circunscribe la ciudad de La Paz descrita anteriormente, incluyendo a la zona de la Sierra de La Laguna.

El proyecto objeto de este estudio se ubica al sur del municipio de La Paz, en una zona cercana al área de amortiguamiento del Proyecto de Reserva de la Biosfera: Sierra de La Laguna.

Las especies indicadas de interés cinegético consideradas para el Estado, se señalan en el Calendario Cinegético correspondiente a la temporada 1992–1993 (DOF 1992), Tabla 23.

Tabla 23. Especies de Interés Cinegético en el Estado de Baja California Sur (Calendario de épocas hábiles por entidad federativa, temporada 2021-2022)

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	Inicia		Termina	
Codorníz de california	*(Callipepla californica) [antes: (Lophortyx californica)]*	primer viernes de octubre de 202		segundo domingo de febrero de 2022	
Paloma alas blancas y huilota	*(Zenaida asiatica , Zenaida macroura)*	cuarto viernes de septiembre de 2021		primer domingo de febrero de 2022	
Patos y Cercetas	*(Anas clypeata, A. crecca, A. americana, A. strepera, Aythya americana, A. marila, A. affinis, Dendrocygna autumnalis, D*	cuarto viernes de octubre de 2021		cuarto domingo de febrero de 2022	
Conejos del desierto	*(Sylvilagus audubonii)*	tercer viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Conejo matorralero	*(Sylvilagus bachmani)*	tercer viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Liebre cola negra	*(Lepus californicus)*	tercer viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Puma	*(Puma concolor)*	segundo viernes de septiembre de 202		primer domingo de enero de 2022	
Borrego Cimarrón	*(Ovis canadensis weemsi)*	tercer viernes de noviembre de 2021		cuarto domingo de abril de 2022	
Coyote	*(Canis latrans)*	primer viernes de octubre de 2021		primer domingo de enero de 2022	
Gato montés	*(Lynx rufus)*	tercer viernes de noviembre de 2021		primer domingo de enero de 2022	
Mapache	*(Procyon lotor)*	cuarto viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Venado bura	*(Odocoileus hemionus)*	UMAS UBICADAS DE LA CD. DE LAS PAZ AL SUR Y MUNICIPIO DE LOS CABOS		UBICADAS AL NORTE DE LA CD. DE LA PAZ Y LOS MUNICIPIOS DE COMONDU, LORETO Y MULEGE	
		INICIA	TERMINA	INICIA	TERMINA

		primer viernes de diciembre 2021	tercer domingo de enero de 2022	primer viernes de enero de 2022	de 2022 tercer domingo de febrero de 2022

Especies amenazadas o en peligro de extinción

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece las categorías de riesgo para la fauna y flora silvestres de México, en la Región del Cabo se distribuyen diversas especies clasificadas como En Peligro de Extinción (P), Amenazadas (A) o Sujetas a Protección Especial (Pr).

En esta región se registra la presencia de especies pertenecientes a los grupos de reptiles, aves marino-costeras, aves terrestres y mamíferos, cuya conservación es prioritaria. Entre los reptiles destaca *Lichanura trivirgata*, catalogada como Sujeta a Protección Especial. En cuanto a las aves marinas, especies como *Sula nebouxii*, *Sula leucogaster*, *Pandion haliaetus*, *Larus livens* y *Hylocharis xantusii* se encuentran en la categoría de Protección Especial, mientras que *Egretta rufescens*, *Larus heermanni* y *Sternula elegans* están clasificadas como Amenazadas. Entre las especies terrestres, *Hylocharis xantusii* e *Icterus cucullatus* también se encuentran bajo Protección Especial.

Respecto a los mamíferos, el murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*) se encuentra En Peligro de Extinción, mientras que *Leptonycteris yerbabuenae* se clasifica como Amenazada. En el grupo de rapaces, el águila real (*Aquila chrysaetos*) permanece En Peligro de Extinción, y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) se encuentra Sujeto a Protección Especial.

Durante las visitas al sitio se registró la presencia de dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: la chuparrosa de Xantus (*Hylocharis xantusii*) y la calandria palmera (*Icterus cucullatus*), ambas bajo la categoría de Protección Especial (Pr).

IV.2.3. Paisaje

Tabla 24.- Modificaciones en el paisaje

Modificaciones a la dinámica hidrológica	Sí	Puntual por el uso del rebosadero de la presa de jales No.2
Zona considerada con cualidades espaciales, únicas o excepcionales	No	
Zona con atractivo turístico	No	
Zona arqueológica o con interés histórico	No	
Área Natural Protegida	No	
Modificará la armonía visual	Sí	Por la ocupación de la planta
Modificaciones a la dinámica de vegetación	Sí	Por el impacto en la dinámica de nutrimentos
Existe afectación en la zona	No	.
Creación de barreras físicas para la fauna	No	
Introducción de especies exóticas	No	

IV.2.4. Medio Socioeconómico

IV.2.4.1 Demografía

Entre 1990 y 2020, la población del municipio de La Paz presentó un crecimiento sostenido, al pasar de 160,970 habitantes en 1990 a 292,241 habitantes en 2020. No obstante, este incremento demográfico se dio a un ritmo menor en comparación con el municipio de Los Cabos, lo que derivó en que La Paz cediera su posición como el municipio más poblado del estado.

Entre los años 2010 y 2020, el municipio de La Paz registró una tasa media de crecimiento anual estimada de 1.5 %, valor inferior al observado durante el periodo 2000–2010 (2.4 %), así como al promedio estatal estimado de 2.3 %, lo que indica una desaceleración en su dinámica demográfica reciente.

El municipio de La Paz se posiciona como el tercer receptor de población migrante en el estado, después de los municipios de Los Cabos y Mulegé, registrando que 28.6 % de su población nació en otra entidad federativa o en el extranjero, lo que refleja su relevancia como polo de atracción regional.

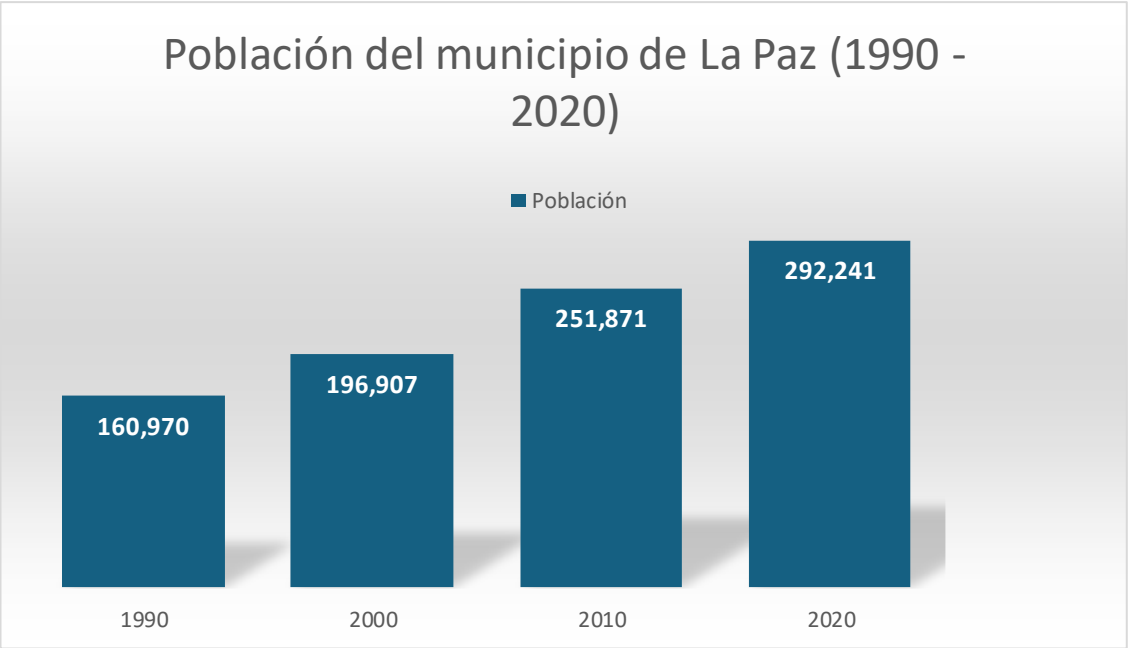


Figura 54. Elaboración propia con información de INEGI. Censo de Población y vivienda 2020.

Se infiere que el municipio ha registrado un proceso continuo de crecimiento demográfico, el cual ha estado marcado por la expansión territorial de la población hacia nuevas localidades y asentamientos humanos ubicados fuera de la ciudad central de La Paz. Esta dinámica ha provocado que, en un periodo aproximado de 30 años, la población municipal aumentara más del doble, alcanzando un crecimiento equivalente a 2.24 veces su tamaño inicial.

De manera paralela, las localidades de Todos Santos, El Pescadero, El Centenario, Chametla y Melitón Albáñez Domínguez han experimentado un incremento poblacional relevante en las últimas décadas, lo que ha derivado en su actual clasificación como localidades urbanas, de acuerdo con su número de habitantes. Entre ellas, Melitón Albáñez Domínguez destaca por haber presentado el mayor crecimiento poblacional, particularmente durante el periodo 2000–2010, etapa en la que se concentró un aumento considerable de población.

En cuanto a Los Barriles y El Sargento, ambas localidades también han mostrado una tendencia creciente en su población, aunque con comportamientos diferenciados en el tiempo. Los Barriles registraron su mayor expansión demográfica entre los años 2000 y 2010, mientras que El Sargento presentó su incremento más significativo durante la década 2010–2020.

Población

En una remota antigüedad calculada en catorce mil años llegaron a la península por la ruta de las costas del Océano Pacífico los primeros grupos humanos nómadas, de economía de subsistencia. Existían tres grupos tribales perfectamente definidos en la época prehispanica: los Pericúes, Guaycuras y Cochimíes. Los Pericúes habitaban la parte sur de la península y se extendían hacia el norte, desde Cabo San Lucas hasta la parte media de la península, los Guaycuras habitaban la parte media y los Cochimíes en el extremo Norte.

En lo que respecta a los asentamientos con mayor concentración poblacional, después de la ciudad de La Paz, se observa que éstos presentan tasas de crecimiento superiores al promedio municipal. Destaca la localidad de El Pescadero, la cual ha registrado una tasa media anual de crecimiento del 6.15 %, seguida de Melitón Albáñez Domínguez con 4.26 %, Todos Santos con 3.69 %, Los Barriles con 3.61 %, y Chametla con una tasa media anual del 3.44 %.

La figura 55 muestra el crecimiento poblacional comparativo entre los años 2010 y 2020 en el municipio de La Paz, Baja California Sur, evidenciando incrementos significativos en localidades como Todos Santos, El Centenario, El Pescadero, Melitón Albáñez Domínguez, Los Barriles y Chametla, de acuerdo con información del Censo de Población y Vivienda 2020 (ITER) del INEGI.

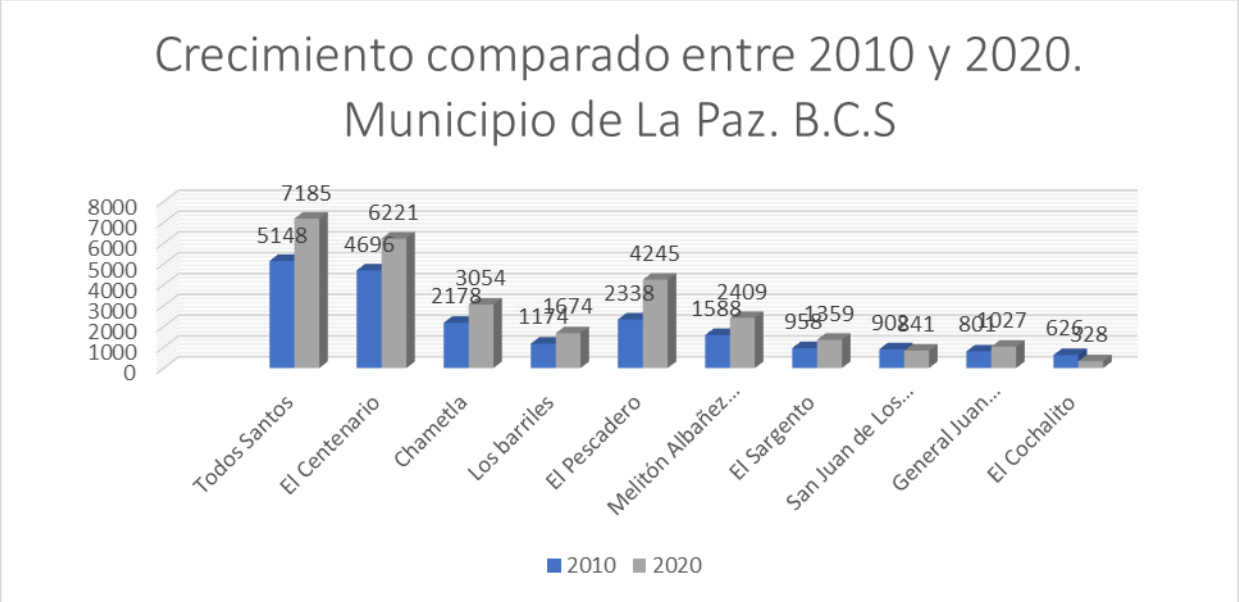


Figura 55. Crecimiento comparado entre 2010 y 2020 Municipio de La Paz.

No obstante, aunque la mayoría de los asentamientos humanos registraron un incremento demográfico, también se identificaron procesos de disminución poblacional en localidades específicas. Tal es el caso de San Juan de los Planes, que presentó una tasa de crecimiento negativa del -0.70 %, al pasar de 902 habitantes en 2010 a 841 en 2020. Este decremento se asocia principalmente a la reducción de población femenina, con una disminución de 40 mujeres, así como a una baja de 21 hombres en el mismo periodo, situación que se detalla en la tabla correspondiente.

Distribución y ubicación de núcleos de población cercanos al proyecto y a su área de estudio

El núcleo de población más importante cercana al proyecto es La ciudad de La Paz, la cual se encuentra aproximadamente a 64 kilómetros del sitio de estudio, de acuerdo al Conteo de Población y Vivienda (ITER), 2020.INEGI. la población de la ciudad de La Paz es de 259,416 habitantes representando el 88.76% del total del Municipio de La Paz, de los cuales 128,560 son hombres (49.55%) y 130,856 son mujeres (50.45%).

Fenómenos migratorios

El municipio de La Paz presenta una baja proporción de población hablante de lengua indígena, la cual representa aproximadamente el 1.08 % del total municipal, equivalente a 3,183 personas de tres años y más. Entre las lenguas indígenas con mayor presencia destacan, en orden de representatividad, el mixteco, náhuatl, zapoteco, otomí, mayo, maya, tarahumara, purépecha, mazateco y cora.

Es importante señalar que estos grupos no son originarios del municipio ni de la región, ya que su procedencia principal corresponde a diversos estados del centro y sur de la República Mexicana. Su llegada al municipio se encuentra asociada, en gran medida, a la oferta de empleo existente, particularmente en los sectores agrícola, agroindustrial y de servicios. En este sentido, el 47 % de la población indígena reside en la cabecera municipal de La Paz, mientras que el resto se distribuye en localidades rurales vinculadas a zonas agrícolas, donde operan empresas dedicadas a la producción y exportación de flores, frutas y hortalizas. Entre las localidades con mayor presencia se encuentran El Pescadero (252 habitantes), Melitón Albáñez Domínguez (437), General Juan Domínguez Cota (127), Agroexportadora del Noroeste (92), Ley Federal de Reforma Agraria No. 2 (33), San Juan de los Planes (16), El Carrizal (46),

Los Barriles (29), Chametla (21), El Centenario (65), Todos Santos (27) y NCPE Conquista Agraria (5), entre las más relevantes (INEGI, 2020).

Por otro lado, el municipio cuenta con una población afromexicana o afrodescendiente que representa el 2.22 % de la población municipal, equivalente a 6,498 personas de tres años y más, cifra que supera numéricamente a la población indígena. Este grupo se concentra mayoritariamente en la ciudad de La Paz, donde reside el 87.14 %, y en menor proporción en localidades como Todos Santos (2.27 %), Chametla (1.75 %), Melitón Albáñez Domínguez (2.98 %), El Centenario (0.98 %), Los Barriles (2.23 %), El Pescadero (0.66 %), Santa Rita (2.24 %), El Carrizal (3 %) y NCPE Conquista Agraria (3 %), entre otras.

Esta distribución territorial indica que tanto la población indígena como la afromexicana se localizan principalmente en zonas con mayor dinámica económica, participando en actividades relacionadas con los servicios urbanos, así como en labores propias de los sectores primario y secundario, particularmente en la agricultura y actividades agroindustriales.

Población económicamente activa (PEA)

En términos de Población Económicamente Activa (PEA), el municipio de La Paz concentra una proporción relevante de población de 12 años y más que se encuentra ocupada o en proceso de incorporarse al mercado laboral. De acuerdo con información del INEGI (2020), esta población representa aproximadamente el 36 % de la PEA a nivel estatal, lo que refleja su importancia dentro de la estructura económica de Baja California Sur.

No obstante, al analizar la evolución histórica, se observa que la aportación del municipio a la PEA estatal ha mostrado una tendencia descendente desde el año 2000. En dicho año, La Paz contribuía con el 46.93 % de la PEA estatal, porcentaje que se redujo de manera progresiva hasta alcanzar el 36.24 % en 2020. Esta disminución relativa se explica, en gran medida, por la acelerada dinámica económica del municipio de Los Cabos, cuyo crecimiento ha generado un contraste significativo en la concentración de población económicamente activa entre ambos municipios.

Por otra parte, al interior del municipio, la PEA ha presentado un crecimiento sostenido, aunque con ligeras variaciones entre los distintos años censales. En el año 2000, la población económicamente activa representaba el 54.03 % de la población de 12 años y más; para 2010, este porcentaje se incrementó a 57.94 %; en 2015 se registró una ligera disminución al 57.16 %; y finalmente, en 2020, se observó una recuperación significativa, alcanzando el 64.33 %.

Si bien la tendencia general de la PEA municipal es ascendente, las variaciones registradas reflejan un entorno laboral cada vez más competitivo, asociado a la alta concentración poblacional del municipio. Esta situación ha dificultado progresivamente el acceso al mercado laboral formal, configurando un reto estructural en la generación de oportunidades de empleo, particularmente en sectores con mayor demanda de mano de obra.

Actividades económicas

Agricultura: En la actividad agrícola sobresalen las comunidades de El Carrizal, San Juan de los Planes, Chametla, El Centenario, Alfredo V. Bonfil y San Pedro, siendo sus principales cultivos: frijol, maíz, chile, tomate, alfalfa, cebolla, calabaza, trigo y algodón. Con la fruticultura se obtiene aguacate, mango, naranja, papaya y caña de azúcar; cultivados principalmente en Todos Santos y Pescadero. El sistema de riego más utilizado en la región es el de gravedad, siguiéndole el de aspersión y el último, por goteo.

Durante el ciclo agrícola 2020–2021, la superficie total cosechada en el municipio alcanzó 3,237 hectáreas, cifra que se mantuvo prácticamente sin variación respecto al periodo inmediato anterior.

En cuanto al volumen de la producción agrícola, éste ascendió a 122,485 toneladas, lo que representa aproximadamente la mitad de la producción registrada en 2018. La estructura productiva municipal se encuentra dominada por cultivos del grupo de las hortalizas, destacando principalmente el jitomate y el chile, los cuales en conjunto aportan el 77.5 % del volumen total producido. De manera complementaria, se desarrollan cultivos perennes como el espárrago, la alfalfa y el mango, que contribuyen a la diversificación agrícola del municipio.

Por otra parte, dentro del segmento de producción orgánica, sobresalen cultivos como el ejote y la albahaca, los cuales representan una alternativa productiva de creciente relevancia en el contexto agrícola municipal (SEPADA, Gobierno de Baja California Sur, 2023).

Ganadería: Esta actividad está comprendida por las especies bovina, caprina, ovina y equina, y otras especies explotadas son las avícolas y apícolas. La ganadería se desarrolla principalmente en las delegaciones de Todos Santos y San Antonio. En relación a las actividades avícolas y apícolas, la primera de ellas aporta al mercado estatal cantidades importantes de huevo (98 por ciento), y la segunda ha logrado producir el 20 por ciento de miel y cera en la entidad.

La ganadería bovina y caprina en Baja California Sur se desarrolla principalmente en agostaderos, es decir, en extensas superficies de terreno donde el ganado se desplaza y se alimenta de manera libre. De forma complementaria, se establecen pastizales cultivados destinados a la alimentación del hato, orientando la actividad tanto a la producción y comercialización de carne como de leche.

Durante el año 2021, el municipio de La Paz aportó el 24 % de la producción estatal de carne de bovino, alcanzando un valor económico aproximado de 91 millones de pesos. Asimismo, se posicionó como el principal productor de leche bovina en la entidad, con un valor estimado de 65 millones de pesos, y como primer productor avícola, con una producción valuada en 21.9 millones de pesos. Adicionalmente, el municipio destacó a nivel estatal como segundo productor de carne de cerdo, caprino y ovino, con un valor conjunto de 24 millones de pesos (SEPADA, Gobierno de Baja California Sur, 2023).

Industria: La minera fue la primera en la región, con el descubrimiento del oro y la plata, teniendo un bajo porcentaje de producción, aunque en la década de los veintes tuvo su mayor auge en la zona del El Triunfo y San Antonio. Actualmente, un grupo reducido de mineros explotan las minas con métodos rudimentarios, existiendo también en el municipio la Compañía Roca Fosfórica Mexicana, S.A. de C.V., la cual fue creada en 1975.

Por otra parte, la actividad manufacturera en el municipio comprende una amplia gama de procesos productivos, que abarcan desde la preparación de alimentos y la

confección de prendas de vestir, hasta la fabricación de embarcaciones, el establecimiento de plantas de producción industrial y la operación de infraestructura para el sacrificio de ganado. En este rubro se contabilizan 682 unidades económicas, de las cuales aproximadamente el 85 % se localizan en la ciudad de La Paz, mientras que el resto se distribuye en diversas localidades del municipio.

Dentro de esta actividad destacan 39 plantas concreteras y/o bloqueras, ubicadas principalmente en la periferia de la ciudad de La Paz, así como algunas en Todos Santos, Los Barriles y una más sobre la carretera a Todos Santos. Asimismo, se registra la producción artesanal de ladrillos y tejas en la ciudad de La Paz y en El Pescadero. Fuera de la cabecera municipal, se identifican unidades dedicadas a la manufactura de productos de herrería, carpintería, muebles, artículos de piel (talabartería), artesanías, confección de ropa, así como a la elaboración de conservas, dulces y diversos productos alimenticios (DENUE–INEGI, 2024).

Las principales unidades manufactureras se concentran en la ciudad de La Paz y generan un empleo aproximado de 1,070 personas. Entre ellas se encuentran empresas dedicadas a la producción de refrescos y bebidas no alcohólicas (Bebidas Mundiales–Arca Continental y GEPP–Pepsi), la fabricación de anuncios y señalamientos (Baja Signs), la producción de cemento (Cemex) en Puerto Pichilingue, la elaboración de alimentos y productos para ganado lechero, la producción de leche envasada (Lácteos La Jolla), la fabricación de productos Biotiquín, la producción de espuma de poliuretano (Fanosa), la fabricación de adhesivos y recubrimientos (Pegaduro), así como la elaboración de cocinas integrales y muebles de baño (ComerBCS) (DENUE–INEGI, 2024).

Finalmente, se contempla el desarrollo de plantas para el procesamiento de pescados y mariscos en el mediano y largo plazo, así como la incorporación de otras actividades de industria ligera en parques industriales ubicados en las salidas de la ciudad de La Paz, lo que representa una oportunidad para diversificar la base productiva municipal (CANACINTRA BCS, comunicación personal, 2024).

Pesca: En el municipio, la pesca ha sido fundamentalmente de tipo artesanal o ribereña. Esta actividad se lleva a cabo principalmente en La Paz, Todos Santos, El Sargento, La Ventana, El Conejo y Pescadero. Las principales especies de captura en

el municipio son: langosta, mantarraya, almeja, camarón, tiburón, tortuga, cazón y diversas especies de escama. En cuanto a la comercialización de estos productos, se cuenta con pescaderías propiedad de cooperativas pesqueras y otras de particulares.

En el año 2021, el valor de la producción pesquera del municipio ascendió a 155.5 millones de pesos, cifra que se mantiene estable y ligeramente superior a la registrada desde 2017, lo que refleja una continuidad en el desempeño productivo del sector. En términos de valor económico, las principales especies capturadas corresponden a los peces de escama, que concentran aproximadamente el 50 % del total, seguidos por la langosta con 26 %, el tiburón con 15 %, y en menor proporción el camarón, pulpo, almeja, abulón y otras especies marinas (SEPADA, Gobierno de Baja California Sur, 2023).

Comercio: Se considera que este rubro ha sido la base del desarrollo. La zona libre ha significado un factor decisivo en la actividad comercial del municipio, ya que le permite satisfacer las demandas de la población, alternándolas con los productos nacionales. El régimen de zona libre es exclusivamente para importaciones esenciales y que no se fabriquen en México.

Turismo: El municipio de La Paz tiene gran efervescencia turística, esta se basa principalmente en la posición geográfica del municipio, ya que cuenta con hermosas playas, islas, paisajes, así como con monumentos históricos dignos de visitarse. Todo esto apoyado por una infraestructura de categoría que permite atender lo mejor posible tanto a quienes habitan en estas tierras como a quienes visitan a La Paz. Lo anterior potencia la economía del municipio siendo por ello el turismo uno de los principales rubros económicos.
El municipio de La Paz ha consolidado una vocación productiva orientada al turismo, lo cual se refleja de manera clara en los indicadores de su actividad económica. Durante el año 2022, se registró una afluencia total de 482,478 visitantes, de los cuales aproximadamente el 80 % correspondió a turismo nacional, alcanzándose una ocupación hotelera promedio del 69 % y una estancia media de 2.2 días.

La riqueza natural del municipio, con sitios emblemáticos como Balandra, constituye uno de los principales atractivos del destino, al ofrecer una amplia gama de experiencias para turismo de naturaleza, recreativo y de aventura. A ello se suma la

realización de eventos deportivos de alcance internacional, así como la percepción de seguridad que caracteriza a La Paz, factores que fortalecen su posicionamiento como destino turístico.

En términos de infraestructura, el municipio dispone de 126 establecimientos de hospedaje, que en conjunto ofrecen 3,461 habitaciones, así como de 751 espacios de atraque para embarcaciones en marinas turísticas, lo que respalda de manera significativa el desarrollo del turismo náutico (Gobierno de Baja California Sur, 2023).

Servicios: La infraestructura de servicios al turismo la integran diversos hoteles. También se cuenta con el servicio de trailers park, restaurantes, bares, museos, parques, marina, información, transporte, talleres mecánicos, gasolineras, Cruz Roja, Angeles Verdes, terminal de autobuses y muy especialmente la terminal de transbordadores.

Población ocupada por sector

La población ocupada en la ciudad de La Paz se concentra de manera predominante en el sector terciario, el cual agrupa el 80.4 % del total, situación que se explica por la alta concentración de actividades administrativas, gubernamentales y de servicios en la capital del estado. Este patrón confirma la vocación del municipio como centro político-administrativo y de servicios especializados.

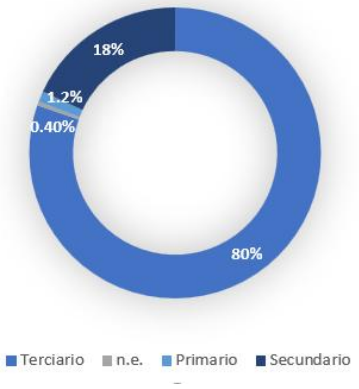
Dentro del sector terciario, las actividades con mayor participación en el empleo son el comercio, que concentra el 19.3 %, seguido de los servicios diversos con 12.8 %, los servicios sociales con 11.6 %, el sector gubernamental con 11.3 %, los restaurantes y hoteles con 9.7 %, y los servicios profesionales y financieros con 9.5 %. En el sector secundario, destaca la industria de la construcción, la cual representa el 10.9 % de la población ocupada, reflejando la dinámica urbana y de crecimiento inmobiliario del municipio.

En cuanto al nivel de ingresos, se observa que el 33.5 % de la población ocupada percibe entre uno y dos salarios mínimos, mientras que el 19.6 % obtiene ingresos de dos a tres salarios mínimos, y el 18.8 % recibe hasta un salario mínimo, lo que

evidencia una estructura salarial concentrada en los rangos bajos y medios de percepción económica.

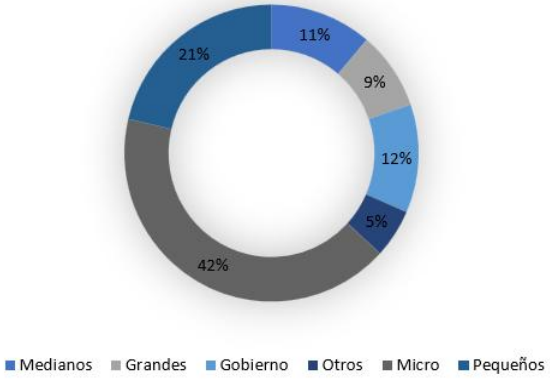
Para el trimestre octubre–diciembre de 2022, la tasa de desocupación en la ciudad de La Paz se ubicó en 2.3 %, cifra inferior a la media estatal de 2.9 %, lo que refleja una condición laboral relativamente favorable. Al desagregar por sexo, se registró una tasa de 2.1 % en hombres y 2.6 % en mujeres, manteniéndose una brecha moderada entre ambos grupos.

De acuerdo con información del IMSS, el municipio de La Paz concentra 58,364 empleos formales, lo que lo posiciona como un importante polo de atracción laboral dentro de la entidad. Estas fuentes de empleo se localizan principalmente en los sectores terciario y secundario, en concordancia con la vocación productiva del municipio. Por número de personas ocupadas, las actividades económicas más relevantes corresponden al comercio, los servicios sociales y comunales, la industria de la construcción, los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos, el sector agropecuario, así como las comunicaciones y el transporte.



Fuente. Encuesta Nacional de ocupación y empleo INEGI, con información correspondiente al IV trimestre.

Figura 56. Población ocupada en la ciudad de La Paz por sector económico, 2022.



Fuente. Encuesta Nacional de ocupación y empleo INEGI.

Figura 57. Población ocupada en la Ciudad de La Paz por tamaño de la unidad económica.

Comunicaciones, transportes y servicios

En el municipio de La Paz continúa operando una estructura de medios de comunicación y servicios de información que atiende tanto a la población local como a las diversas localidades del territorio. Además de las oficinas de correos, existen servicios de telefonía fija y móvil, así como acceso a internet, disponibles en la mayoría de las zonas pobladas y conectados a las principales redes nacionales, lo que facilita las comunicaciones personales, empresariales y gubernamentales.

En materia de radiodifusión, La Paz cuenta con diversas emisoras de radio en frecuencia AM y FM, como Radio HZ (XEHZ-AM/XHHZ-FM) y estaciones que transmiten programación de noticias y entretenimiento, lo que permite una cobertura amplia en todo el municipio. Asimismo, la señal de televisión abierta y de paga se recibe de manera generalizada en las comunidades, incluyendo canales nacionales y repetidoras locales, apoyando el acceso a información y entretenimiento. A nivel impreso y digital, se publican periódicos y portales locales que difunden noticias, información regional y contenido de interés público con alcance estatal.

En cuanto a la transportación de pasajeros, la conectividad terrestre y aérea se ha fortalecido notablemente para 2025. La ciudad de La Paz es un nodo importante en redes de autobuses que conectan con otras ciudades del estado y del norte del país, ofreciendo servicios regulares de transporte público y foráneo, así como opciones de movilidad urbana como taxis convencionales y servicios de transporte por aplicación (por ejemplo, Uber), disponibles las 24 horas en gran parte de la ciudad.

Además, el Aeropuerto Internacional de La Paz ha experimentado un crecimiento relevante en la conectividad aérea, registrando más de 606,600 pasajeros transportados de enero a noviembre de 2025, cifra histórica que supera la movilización aérea de años anteriores, gracias a la incorporación de nuevas rutas nacionales e internacionales y al aumento de frecuencias de vuelo, lo cual ha fortalecido el acceso al destino tanto para turismo como para negocios. (SETUE, 2025)

Este conjunto de medios y servicios de comunicación, junto con los sistemas de transporte terrestre y aéreo, contribuye a la interconectividad social y económica del

municipio, facilitando el flujo de información y la movilidad de personas dentro y fuera de la región.

Medios de comunicación

El municipio de La Paz, Baja California Sur, cuenta con vías de comunicación aérea, marítima y terrestre que garantizan su conectividad a nivel regional, nacional e internacional.

Comunicación aérea

La ciudad dispone del Aeropuerto Internacional General Manuel Márquez de León, el cual mantiene operaciones regulares de vuelos nacionales e internacionales, conectando a La Paz con las principales ciudades del país y con destinos estratégicos de los Estados Unidos. Entre los destinos nacionales se incluyen Ciudad de México, Guadalajara, Tijuana, Monterrey, Hermosillo, Culiacán y Mazatlán, mientras que a nivel internacional se registran vuelos directos y estacionales hacia ciudades como Los Ángeles, Phoenix, Dallas y otras del suroeste estadounidense, operados por aerolíneas comerciales nacionales e internacionales vigentes.

De manera complementaria, el municipio cuenta con la conectividad del Aeropuerto Internacional de San José del Cabo, localizado a aproximadamente 180 kilómetros al sur de la ciudad de La Paz, el cual funciona como un aeropuerto alterno de gran capacidad, con una amplia oferta de vuelos nacionales e internacionales hacia múltiples destinos en México, Estados Unidos y Canadá, fortaleciendo la accesibilidad aérea de la región.

Comunicación marítima

Por vía marítima, La Paz mantiene una importante conexión con el territorio continental, a través de servicios regulares de transporte de pasajeros, vehículos y carga, principalmente con los puertos de Mazatlán y Topolobampo, Sinaloa, Esta conectividad resulta estratégica para el abasto de mercancías, movilidad de personas y fortalecimiento del comercio regional, además de su relevancia para el turismo.

Por vía marítima, existe transportación naviera por la compañía Grupo SEMATUR de California, S.A. de C.V. (conocida como Ferry TMC o Baja Ferries para pasajeros) con las siguientes rutas activas:

- Mazatlán, Sin. - La Paz, B.C.S. - Mazatlán, Sin.
- Topolobampo, Sin. - La Paz, B.C.S. - Topolobampo, Sin.

Comunicación terrestre

En cuanto a la comunicación terrestre, el municipio se articula mediante la Carretera Transpeninsular Benito Juárez, eje vial que conecta a La Paz hacia el norte con los municipios de Loreto, Mulegé y la zona fronteriza de Baja California, incluyendo las ciudades de Ensenada, Tijuana y Mexicali, así como hacia el sur con el municipio de Los Cabos, integrando a San José del Cabo y Cabo San Lucas.

Medios de comunicación y telecomunicaciones

En la ciudad de La Paz se cuenta con cobertura de estaciones de radio en frecuencias AM y FM, tanto locales como estatales y nacionales, así como señal de televisión abierta y de paga con programación regional, nacional e internacional. En materia de telecomunicaciones, el municipio dispone de servicios de telefonía fija y móvil, operados por empresas como Telmex, Telcel, AT&T y Movistar, además de una amplia cobertura de servicios de internet, incluidos fibra óptica y redes móviles de alta velocidad, lo que favorece la conectividad digital, el desarrollo económico y el acceso a la información.

Vivienda

Al año 2020, en el municipio de La Paz se contabilizaron 91,287 viviendas particulares, con un promedio de ocupantes por vivienda de 3.2 personas, valor similar al promedio estatal de 3.3 personas por vivienda. Asimismo, el número promedio de cuartos por vivienda en el municipio es de 4.0, cifra ligeramente superior a la media estatal estimada en 3.8 cuartos por vivienda.

En cuanto a la tenencia de la vivienda, se observa que la mayor proporción corresponde a viviendas propias, las cuales representan 73.5 % del total. Por su parte, las viviendas en régimen de alquiler constituyen 14.9 %, mientras que las viviendas prestadas representan 0.8 % del total municipal.

Servicios públicos

Educación

La población analfabeta del municipio de La Paz, correspondiente al grupo de 15 años y más, representa 1.8 % del total, porcentaje que se mantiene sin variaciones significativas respecto al año 2015, ubicando al municipio con el menor índice de analfabetismo a nivel estatal.

En materia educativa, el municipio presenta el mayor grado promedio de escolaridad del estado, con 11.1 años de estudio, cifra superior al promedio estatal de 10.4 años, lo que refleja un mayor nivel de instrucción de la población.

El municipio de La Paz dispone de infraestructura educativa en todos los niveles escolares, concentrándose principalmente en la ciudad de La Paz, cabecera municipal y estatal. Durante el ciclo escolar 2021–2022, se registraron 84,290 alumnos, atendidos por 6,550 docentes, distribuidos en 533 planteles educativos, que en conjunto cuentan con 3,410 aulas.

En lo que respecta a la educación media superior, el municipio cuenta con 52 planteles, de los cuales 43 corresponden a bachillerato general y 9 a bachillerato tecnológico.
A nivel de educación superior, se identifican 21 instituciones, las cuales en su mayoría operan como campus o extensiones de instituciones establecidas en la ciudad de La Paz, ofreciendo programas de licenciatura y, en algunos casos, posgrado.

Tabla 25. Instituciones de educación superior existentes en el municipio de La Paz, Baja California Sur

No.	Nombre completo de la institución	Siglas
1	Academia de Arte Culinaria Internacional	AACI
2	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.	CIBNOR
3	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional	CICIMAR-IPN
4	Escuela de Aviación Naval (Universidad Naval)	UNINAV
5	Escuela Normal Superior del Estado de Baja California Sur	ENSBCS
6	Escuela Normal Urbana “Prof. Domingo Carballo Félix”	ENU
7	Escuela Superior de Cultura Física	ESCUFI
8	Instituto Cultural Cuincacalli	ICC
9	Instituto Sudcaliforniano de Estudios Superiores	ISES
10	Tecnológico de Baja California	TBC
11	Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de La Paz	TecNM–ITLP
12	Universidad Autónoma de Baja California Sur	UABCS
13	Universidad Da Vinci	UDV
14	Universidad del Desarrollo Profesional	UNIDEP
15	Universidad Intercontinental del Noroeste	UIN
16	Universidad Mundial	UM
17	Universidad Pedagógica Nacional, Unidad La Paz	UPN
18	Universidad Tecnológica de La Paz	UTLP
19	Universidad de Tijuana	CUT

Salud

En el municipio de La Paz se identifica la presencia de infraestructura de servicios de salud correspondiente a las tres principales instituciones públicas: el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y la Secretaría de Salud (SSA). Dicha infraestructura se concentra principalmente en la ciudad de La Paz, cabecera municipal y estatal, aunque también se distribuye en las principales localidades del municipio.

De acuerdo con la información disponible para el año 2021, el 85.4 % de la población municipal cuenta con derechohabiente a algún servicio de salud. Del total de población derechohabiente, el IMSS brinda atención al 46.0 %, mientras que el INSABI atiende al 17.5 % de la población; el porcentaje restante corresponde a otras instituciones del sector público y privado.

Tabla 26. Infraestructura de servicios de salud en el municipio de La Paz, 2021

Institución	Unidades médicas	Personal médico	Personal de Enfermería
SSA	**36**	**426**	**492**
IMSS	**3**	**469**	**326**
ISSSTE	**5**	**225**	**220**

Fuente: Primer Informe de Gobierno 2021-2022. Anexo Estadístico e INEGI. Estadísticas de salud y Seguridad Social
1/ Incluye médicos especialistas, residentes y pasantes.

Pobreza

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la pobreza es un fenómeno de carácter multidimensional, ya que no se define únicamente por la insuficiencia de ingresos, sino también por la presencia de carencias sociales o rezagos en el ejercicio de derechos fundamentales para el desarrollo social. En este sentido, la pobreza se clasifica en pobreza moderada y pobreza extrema.

Una persona se considera en situación de pobreza cuando presenta al menos una carencia social, de las seis consideradas por el CONEVAL, y además su ingreso es inferior a la línea de pobreza por ingresos, definida como el valor monetario de una canasta básica de alimentos, bienes y servicios esenciales.

Por su parte, una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando presenta tres o más carencias sociales y, adicionalmente, su ingreso se ubica por debajo de la línea de pobreza extrema por ingresos, la cual corresponde al valor de una canasta básica alimentaria mínima.

Los seis indicadores de carencia social considerados en la medición multidimensional de la pobreza son los siguientes:

- Rezago educativo
- Acceso a los servicios de salud
- Acceso a la seguridad social

- Calidad y espacios de la vivienda
- Acceso a los servicios básicos en la vivienda
- Acceso a la alimentación nutritiva y de calidad

Con base en la medición realizada en 2020, el municipio de La Paz se posiciona como el municipio con menor proporción de población en situación de pobreza en el estado, al registrar un 20.6 % de su población en esta condición, así como un 1.9 % en situación de pobreza extrema. Cabe destacar que, en el caso de la pobreza total, el municipio presentó una mejora respecto a los resultados observados en la medición de 2015.

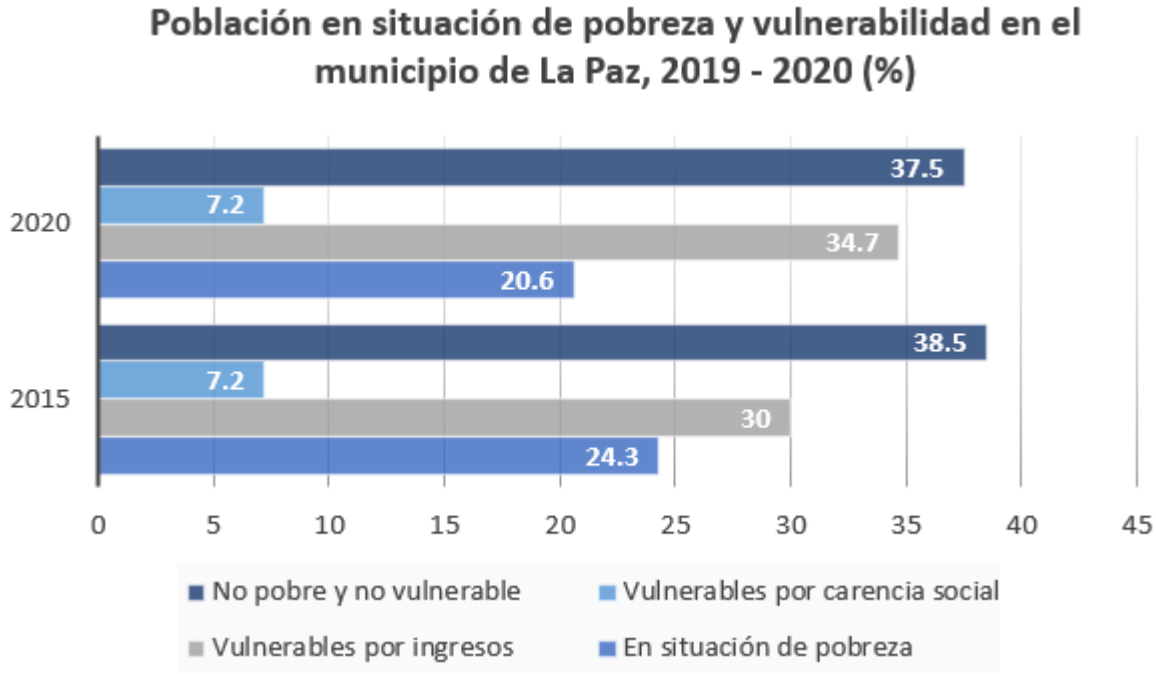


Figura 58. Población en situación de pobreza y vulnerabilidad en el Municipio de La Paz, 2019-2020 (%). Fuente CONEVAL, Medición de Pobreza de Baja California Sur.

IV.2.4.2 Factores socioculturales

Monumentos

En la ciudad de La Paz, se encuentra la catedral nuestra señora de La Paz, la cual fue construida exprofeso por los dominicos en 1861. El recinto presenta una curiosa imagen construida con cantera, en la que resalta la sobria influencia de la arquitectura misional desarrollada en la región, aunque también muestra un adusto estilo neoclásico. En su interior conserva pinturas de buena calidad, algunas de ellas realizadas en el siglo XVIII.

Obras de arte

En el interior de la catedral nuestra señora de La Paz se conservan pinturas realizadas en el siglo XVIII.

Pinturas

En el municipio existen zonas que atestiguan las presencia de grupos humanos que dejaron, como muestra de su recorrido, las pinturas rupestres, como son: La Grieta o Piedra de los Pescaditos; el Peñasco "Piedra Pintada"; La Piedra de los Monos; Las Peñas del Rincón de San Antonio; La Boca de San Pedro y las Cuevas de las Calaveras.

Tradiciones y costumbres

Fiestas Populares: Se celebran conmemoraciones cívicas de carácter nacional y regional; además, el 13 de mayo se realizan ferias y otras actividades en conmemoración de la fundación de la ciudad de La Paz, y el 3 de mayo se festeja el Día de Nuestra Señora de La Paz, patrona del lugar.

Danzas: En lo que respecta a bailables típicos, en San Antonio se baila la "Suegra y la Cuera", así como la ronda infantil la "Viudita".

Música: Se conocen algunas melodías de origen regional como son: "Costa azul”, "Paraíso oculto", "Tierra Guaycura", "Puerto de Ilusión" y el "Vals sobre las nubes".

Artesanías: En la comunidad del Triunfo se aprovecha la palma para tejer sombreros, bolsas, cajas, abanicos y floreros. En San Pedro de La Presa se elaboran cuchillos, espuelas, machetes, dagas y cintos, Otros materiales que también se trabajan son la concha, el cuerno de vaca y vaqueta; por último, se trabaja en forma mínima la alfarería, así como la talabartería. Actualmente algunos artesanos reciclan el material de autos viejos que utilizan para realizar cuchillos de gran belleza y calidad.

Trajes Típicos: El vestido típico del municipio también se utiliza para el resto de estado; en el hombre es pantalón de mezclilla y camisola de la misma tela, cubierta por una capa cerrada de gamuza la que se denomina cuera, que generalmente usa el ranchero y va complementada con botines de gamuza, espuelas y polainas de vaqueta. Se ciñe el cuerpo con un lazo de piel al que denominan "faja cuero" y el sombrero de palma forrado de piel o gamuza con una correa. En la mujer es una falda

de color rojo, tipo semicircular, orlada en la parte inferior por un holán blanco y sin botolladuras; blusa blanca de cuello ovalado y como adorno lleva una planta de pitahaya verde que parte de la orilla de la falda hacia arriba, con tres ramificaciones a la altura interior del busto, rematando cada bifurcación en una flor del mismo cactus, de donde torna el nombre de Flor de Pitahaya", Otro de los trajes típicos femeninos está formado por una caperina de tela blanca con aplicaciones de tul, falda, blusa y huaraches de vaqueta con cintas del mismo material.

Gastronomía: Dulces: Guayabate, mangate, melcocha, alfeñique, Dulce de pitahaya, panocha de gajo, el Piloncillo y Jamoncillo. Bebidas: Licor de Damiana, Licor de Ciruela del Monte.

Sitios arqueológicos

En la zona en donde se va a desarrollar el proyecto denominado Operación y mantenimiento de la planta de beneficio metalúrgico no existen sitios arqueológicos.

Cambios sociales y económicos

El municipio de La Paz, al igual que su ciudad capital, forma parte de la Región Económica clasificada como área geográfica “A”, la cual se caracteriza por presentar uno de los niveles de costo de vida más altos del país, así como por registrar mejores condiciones de remuneración del trabajo asalariado en comparación con otras regiones.

En este contexto, se estima que el proyecto no generará modificaciones significativas en las formas de vida tradicionales de la población, ni ocasionará afectaciones al patrimonio histórico, artístico o cultural del área de influencia. Las actividades asociadas a las distintas etapas del aprovechamiento de los terreros localizados en la zona El Triunfo–San Antonio, Baja California Sur, se desarrollarán de manera compatible con la dinámica social y económica existente, sin alterar los elementos identitarios de la región.

Tabla 27. Requerimientos, centros, áreas y servicios.

Requerimientos, Centros, áreas y servicios	SI	NO
Demanda de mano de obra		
Cambios demográficos		
Aislamientos de núcleos poblacionales		
Modificación en los patrones de cultura de la zona		
Demanda de servicios		
Medios de comunicación		
Medios de transporte		
Servicios públicos		
Zonas de recreos		
Centros educativos		
Centros de salud		
Vivienda		

Capítulo V

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Metodología para evaluar los impactos ambientales

Para contar con información de campo se llevaron a cabo estudios *in situ* donde se recopiló información acerca del estado original del predio, así mismo, se recabó información documental y gráfica del área del proyecto.

V.1.1 Indicadores de impacto

En este escenario los indicadores están asociados principalmente a:

- Suelo
- Proceso de las etapas del proyecto
- Presas de jales
- El porcentaje de residuos generado
- La aplicación de medidas de mitigación a los impactos identificados.

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Derivado de las características anteriores los indicadores de impacto para el proyecto son:

Medio físico:

- Suelo
- Agua Superficial
- Agua subterránea
- Calidad del aire
- Ruido

Medio Biótico:

- Vegetación
- Fauna

Medio Socioeconómico:

- Empleo
- Salud y seguridad
- Paisaje

V.1.3 Descripción de los impactos identificados en el proyecto:

La identificación de impactos ambientales se realizó considerando las **tres etapas del proyecto**, así como la interacción entre las actividades del proceso y los componentes del sistema ambiental físico, biótico y socioeconómico.

I.- Impactos Ambientales Negativos Identificados:

Los impactos negativos identificados son **principalmente temporales, locales, mitigables y no críticos**, derivados de la operación del proyecto.

1. Impactos sobre el SUELO:

- Compactación superficial del suelo por tránsito de maquinaria y transporte interno de materiales.
- Alteración física localizada del suelo dentro de áreas previamente impactadas por actividad minera.
- Riesgo potencial de contaminación puntual del suelo por manejo de reactivos, controlado mediante áreas impermeabilizadas.

2. Impactos sobre el AGUA SUPERFICIAL:

- Incremento temporal de sólidos suspendidos en escurrimientos pluviales en caso de lluvias intensas.
- Riesgo potencial de arrastre de partículas finas desde las presas de jales durante eventos hidrometeorológicos extremos.
- Consumo de agua para procesos metalúrgicos, mitigado mediante recirculación y uso controlado.

3. Impactos sobre el AGUA SUBTERRANEA:

- Riesgo potencial de infiltración de soluciones, mitigado por:
    - Geomembrana HDPE
    - Nivel freático profundo (30–40 m)

- Control químico del proceso

4. Impactos sobre el AIRE:

- Generación temporal de material particulado (polvo) por:
  - Movimiento de materiales
  - Operación de equipos
- Emisiones mínimas de gases del proceso, controladas mediante pH >11 y operación al aire libre.

5. Impactos por RUIDO:

- Incremento temporal de niveles de ruido por operación de molinos, bombas y equipos mecánicos.
- Impacto localizado y dentro de áreas sin centros de población cercanos (el poblado mas cercano se localiza al NE a 11 km el Poblado de San Antonio, BCS, sin contacto Bordeados por cerros.

6. Impactos sobre la VEGETACION:

- Alteración indirecta por depósito de polvo en áreas inmediatas a las instalaciones.
- No se contempla remoción de vegetación ni cambio de uso de suelo forestal.

7. Impactos sobre la FAUNA:

- Desplazamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana.
- No se identifican afectaciones permanentes ni pérdida de hábitat crítico.

8. Impactos sobre el PAISAJE:

- Presencia visual de instalaciones mineras y presas de jales ya existentes.
- Impacto considerado compatible al tratarse de un sitio históricamente minero.

9. Impactos sobre la SALUD HUMANA:

- Riesgos ocupacionales asociados al manejo de reactivos químicos.
- Riesgo controlado mediante:
  - Capacitación

- Equipo de protección personal
- Monitoreo continuo
- Protocolos de seguridad

De manera particular y por su importancia se maneja la identificación de impactos ambientales asociados a las presas de jales:

Las Presas de Jales no. 1 y no. 2 del proyecto *Centro de Procesamiento Responsable Las Flores* constituyen obras de infraestructura ambientalmente estratégicas, destinadas al confinamiento controlado de residuos mineros provenientes de procesos históricos y actuales de beneficio de minerales.

Los impactos ambientales potenciales asociados a la operación y mantenimiento de dichas presas se identificaron considerando condiciones normales de operación y escenarios extraordinarios, tales como eventos hidrometeorológicos extremos. Los principales componentes ambientales susceptibles de afectación son el suelo, el agua superficial, el agua subterránea, la fauna, el paisaje y la salud humana.

Los impactos identificados incluyen:

- Posible infiltración de soluciones o lixiviados al subsuelo.
- Arrastre de sólidos finos durante eventos de lluvias intensas.
- Generación de material particulado superficial por acción del viento.
- Modificación temporal del paisaje.
- Riesgos potenciales derivados de una falla estructural en condiciones extremas.

Cabe señalar que dichos impactos se consideran **potenciales**, ya que la presa no. 1 cuenta con geomembrana de HDPE, estudios geotécnicos favorables, taludes estabilizados y programas de mantenimiento preventivo, lo cual reduce significativamente la probabilidad de ocurrencia de impactos adversos.

II.- Impactos Ambientales Positivos Identificados:

Los impactos positivos son **relevantes, permanentes y de alto valor ambiental y social**, particularmente en el contexto regional.

1. Reducción de PASIVOS AMBIENTALES HISTORICOS:

- Retratamiento y estabilización de jales y terreros abandonados.
- Disminución del riesgo ambiental acumulado por actividades mineras antiguas.

2. Protección del AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA:

- Confinamiento seguro de residuos en presa impermeabilizada.
- Prevención de arrastre de contaminantes hacia cauces aguas abajo.

2. Recuperación de METALES PRECIOSOS:

- Aprovechamiento eficiente de recursos previamente desperdiciados.
- Reducción de necesidad de nuevas explotaciones mineras.

3. Generación de EMPLEO Y BENEFICIO SOCIOECONOMICO:

- Creación de empleos directos e indirectos.
- Dinamización de la economía local y regional.

4. Fortalecimiento de la GESTION AMBIENTAL:

- Implementación de programas de monitoreo ambiental.
- Mejora en prácticas de manejo de residuos y control de procesos.

5. Contribución a la MINERIA RESPONSABLE:

- Uso de tecnologías modernas.
- Cumplimiento estricto de la normatividad ambiental.
- Enfoque preventivo y de mitigación de riesgos.

V.1.3.1 Criterios y metodologías de evaluación

Como una primera fase del proceso de identificación de los impactos ambientales, se definieron aquellas acciones que integran el proyecto en cada una de sus etapas, así como los elementos ambientales que puedan modificar dichas acciones. De esta forma, se obtiene una lista de interacciones posibles y reales que se presentan durante el desarrollo del proyecto (Tabla 28).

Listado de los elementos ambientales que interactúan con las actividades desarrolladas por el proyecto en sus diferentes etapas.

Tabla 28. Elementos de medio ambiente

COMPONENTES DEL AMBIENTE	ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE	
CUERPOS DE AGUA	Superficial	*Característica del fondo de los bordes*
		Características del drenaje
		Variación del flujo
		Calidad del agua
	Subterránea	*Alteraciones del flujo*
		Interacciones con la superficie
		Calidad del agua
AMBIENTE SONORO		*Ruido*
SUELO		*Erosión*
		Uso de áreas inundables
		Uso potencial del suelo
		Compatibilidad de uso del suelo
		Calidad del suelo
		Asentamiento y compactación
		Estabilidad
		Sismicidad
		Dunas costeras
		Características geomorfológicas
ATMÓSFERA		*Emisión de polvos*
		Clima
		Emisión de humos
ECOSISTEMAS Y POBLACIONES TERRESTRES		*Vegetación terrestre*
		Fauna
		Fauna de interés comercial

ECOSISTEMAS Y POBLACIONES ACUÁTICAS		*Vegetación acuática*
		Fauna de interés ecológico
		Fauna de interés comercial
HABITAS Y COMUNIDADES	TERRESTRES	*Hábitat terrestre*
		Comunidades terrestres
EFECTOS ESTÉTICOS		*Relieve y características geográficas*
		Apariencia del agua
		Interfase tierra-agua
		Apariencia del aire
		Composición única
EFECTOS SOCIOECONÓMICOS		*Tenencia de la tierra*
		Economía regional
		Empleo y mano de obra
		Infraestructura y servicios regionales
		Salud pública
		Educación estilo y calidad de vida
		Recreación
		Áreas de interés científico, cultural y/o patrimonial

La metodología para la evaluación de impacto ambiental consistió en los siguientes cinco puntos:

a) Caracterización ambiental del área donde se plantea desarrollar el proyecto.
b) Revisión de bibliografía de los impactos ambientales de proyectos similares.
c) Identificación mediante lista de chequeo para identificar las interacciones más relevantes entre las actividades del proyecto y elementos del ambiente.
d) Construcción de matriz simplificada de LEOPOLD para identificar las interacciones entre actividad - ambiente más importantes del proyecto.
e) Valoración cualitativa de indicadores de impacto y clasificación como base para la discusión de medidas de mitigación necesarias, así como su orden de prioridad.

V.1.3.2 Criterios

Tipología de los Impactos (UEFC, Manual de Evaluación Ambiental de los Proyectos del Fondo Competitivo para la Investigación y Educación Agropecuarias; NR International-2001).

Signo o naturaleza

Beneficioso o positivo: aquel admitido como tal por la comunidad técnica y científica.
Perjudicial o negativo: aquel cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, paisajístico o social.

Intensidad

Baja: Aquel impacto cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.

Media: Aquel cuyo efecto se manifiesta como una alteración del medio ambiente o de alguno de sus factores, cuyas repercusiones en los mismos se consideran situadas entre los niveles anteriores.

Alta: Aquel cuyo efecto expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto.

Extensión

Puntual: cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado.

Local: Aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.

Regional: Aquel cuyo efecto se manifiesta en gran parte del medio considerado (de manera generalizada en todo el entorno considerado)

Duración

Temporal: Supone una alteración no permanente en el tiempo.
Permanente: Supone una alteración indefinida en el tiempo del factor considerado. En la práctica, se considera impacto permanente aquél con una manifestación de efectos superior a diez años.

Irreversibilidad

Bajo: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas correctoras. Es decir, cuando cesa la actividad, cesa el impacto.

Media: La alteración puede eliminarse de forma natural o por acciones humanas estableciendo las oportunas medidas correctoras.
Alta: Efecto en el que la alteración puede paliarse o mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

Ponderación y magnitud del impacto

Una vez hechas las interacciones de los factores ambientales y las etapas del proyecto se realizó una ponderación gráfica con el propósito de conocer la magnitud del impacto generado por cada una de ellas.

Elaboración de la lista de chequeo

Como resultado de la ponderación gráfica se realizó una lista de chequeo en la que se describe por un lado la actividad del proyecto en función de su magnitud e importancia, la descripción del impacto y la medida de mitigación identificada.

V.1.3.3 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto “Centro de Procesamiento Responsable Las Flores” se empleó la **Matriz de Leopold**, adaptada a las condiciones específicas del sitio y del proyecto.

Una vez identificadas las acciones y los factores del medio, que presumiblemente serán afectados por el proyecto, la identificación y evaluación de los impactos ambientales se efectuó mediante el método de Gómez Orea (1988) el cual parte de establecer la importancia de los impactos ambientales, a través de la elaboración de matrices modificadas de Leopold que permiten valorar cada impacto generado de

manera puntual, haciendo referencia a su signo positivo o negativo, a la magnitud del agente causal a la intensidad, a la duración en tiempo y a la reversibilidad del impacto, asimismo permite establecer medidas de mitigación y/o corrección a los impactos generados.

La importancia del impacto hace referencia al grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, así como a la caracterización del efecto, el cual responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad, para este caso la importancia del impacto se determinó mediante los criterios en la tabla siguiente.

Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental para su uso con la matriz Leopold.

Tabla 29. Calificación de magnitud e importancia del impacto ambiental

(Matriz de Leopold) para impactos negativos y positivos

Impactos negativos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Irreversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Regional	10

Tabla 30. Impactos positivos

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Irreversibilidad	Calificación	Duración	Extensión	Calificación
Baja	Baja	1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	4	Temporal	Local	4
Media	Media	5	Media	Local	5
Media	Alta	6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	8	Media	Regional	8
Alta	Alta	9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	10	Permanente	Regional	10

En la siguiente sección, se presenta la matriz gráfica elaborada para el proyecto **“Centro de Procesamiento Responsable Las Flores”**. En esta matriz, se clasifican los impactos anticipados según su naturaleza-tanto positivos como negativos –y su magnitud, que puede ser leve, moderada o severa. Este análisis no solo proporciona una visión integral de los efectos potenciales en el medio ambiente, sino que también identifica las áreas prioritarias donde se deben implementar medidas de mitigación.

METODOLOGIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La representación obtenida no solo resalta los impactos más significativos, sino que también actúa como una herramienta de comunicación eficaz para informar a las partes interesadas sobre las implicaciones ambientales del proyecto, fomentando así practicas sostenibles y responsables.

Una vez evaluados los impactos más relevantes sobre los diversos componentes del ambiente, los cuales se detallan por cada fase y de manera global del proyecto, se realiza la suma de los valores correspondientes a cada una de las características que definen el impacto. El valor de cada impacto se calcula multiplicando la suma de las unidades de relevancia de cada efecto por un coeficiente de ponderación asignado a dicho impacto, según la importancia de los objetivos de planificación del proyecto. Dicho coeficiente de ponderación se asigna a un valor inferior a uno.

Este es el procedimiento común en la evaluación de impactos ambientales en proyectos. Se trata de calcular el "valor del impacto" para cada uno de los impactos identificados durante el análisis ambiental, tomando en cuenta tanto su importancia relativa como su prioridad en los objetivos del proyecto.

Fórmula para su cálculo:

$VIi = \sum ICi * Fpi$

Donde:

VIi = Valor del impacto i, que es el valor final del impacto una vez ponderado

$\sum$ **ICi** = Sumatoria de las unidades de importancia de los impactos i, que representa la magnitud del impacto en términos de su relevancia ambiental. Este valor se obtiene

sumando las unidades de importancia asignadas a cada aspecto del impacto ambiental para esa etapa o etapas del proyecto.

Fpi = Es el **factor de peso** del impacto i, el cual refleja la prioridad asignada a ese impacto en función de los objetivos del proyecto. Este factor se asigna a un valor menor que 1, como indicas, lo que significa que no se sobrevaloran los impactos más bajos en importancia.

Este enfoque metodológico es valioso para elaborar una matriz de impactos ponderada, la cual facilita la identificación de los efectos más relevantes para el proyecto, considerando su magnitud e importancia en relación con los objetivos establecidos.

Escala sugerida para el factor de peso (Fpi):

- Fpi = 1: Impacto alto o de gran relevancia para el medio ambiente o la sociedad (por ejemplo, afectación significativa de la calidad del agua o la fauna en peligro de extinción).
- Fpi = 0.8: Impacto moderado, pero aún significativo (por ejemplo, efectos en la calidad del aire o suelos que pueden ser mitigados, pero no completamente evitados).
- Fpi = 0.5: Impacto bajo o transitorio (por ejemplo, ruidos leves o alteraciones temporales en el ambiente).
- Fpi = 0.2: Impacto mínimo o de poca relevancia (por ejemplo, impactos que no son permanentes ni extensos).

Para el caso del proyecto se asignaron actores de peso (Fpi) en un rango de 0 a 0.8**,** en función de la sensibilidad ambiental y relevancia de cada factor, considerando su interacción con las actividades del proyecto:

Con los siguientes resultados:

El valor global del impacto ambiental se obtiene mediante la sumatoria de todos los impactos positivos positivos y negativos:

VIGIA adversos = ∑VI (-) = -4.7 VIGIA adversos = ∑VI (+) = 1.50

El balance de los impactos adversos y beneficos resulta en un impacto global de:

VIGIA= -3.37

Este enfoque metodológico es valioso para elaborar una matriz de impactos ponderada, la cual facilita la identificación de los efectos más relevantes para el proyecto, considerando su magnitud e importancia en relación con los objetivos establecidos.

Con base a los resultados de evaluación podemos concluir que el proyecto presenta impactos ambientales negativos de magnitud de baja a moderada, concentrados principalmente en los cuerpos de agua, el suelo y la salud, asociados a etapas específicas del proceso productivo. No obstante, dichos impactos pueden ser prevenidos y mitigados de manera efectiva mediante una gestión ambiental responsable y el cumplimiento estricto de la normatividad aplicable.

Asimismo, el proyecto genera beneficios socioeconómicos relevantes, particularmente en la generación de empleo y el fortalecimiento de la economía regional, lo que contribuye al bienestar de las comunidades locales.

Cabe destacar que la Etapa 3 del proyecto se enfoca en la recuperación de pasivos ambientales denominados “terreros”, los cuales representan un riesgo potencial para el medio ambiente en caso de permanecer sin manejo. La intervención propuesta permite reducir y controlar dichos riesgos, aportando un beneficio ambiental adicional al promover la remediación y el aprovechamiento responsable de materiales previamente impactados.

En conjunto, el proyecto se considera ambiental y socialmente viable, siempre que se implementen de forma integral las medidas de prevención, mitigación y control ambiental, con especial énfasis en el manejo de jales, reactivos y la protección del recurso hídrico, impulsando un esquema de desarrollo responsable y sostenible.

AQUÍ VA LA MATRIZ DE IMPACTO DE LEOPOLD

Matrices donde se identifica las áreas prioritarias donde se deben implementar medidas de mitigación.

Tabla 31. Matriz de identificación de impacto en la **Etapa 1** consistente en el retratamiento de 8,000 t de concentrado de sulfuros por lixiviación.

Factor Ambiental / Actividad	Transporte interno de jales	Remolienda en molino de bolas	Lixiviación (pH >11)	Manejo de reactivos químicos	Lavados sucesivos y destrucción de CN	Reintegración a presa impermeabilizada
Suelo	−2/1	−2/1	−2/1	−2/1	+2/3	+3/7
Agua superficial	0	0	−3/1	−3/1	+3/7	+3/7
Agua subterránea	0	0	−1/3	−2/3	+2/6	+3/7
Aire	−1/2	−2/3	−2/1	−2/1	0	0
Ruido	−2/1	−1/4	−1/2	0	0	0
Vegetación	0	0	0	0	0	0
Fauna	0	0	−1/2	−1/3	+1/4	0
Empleo	+2/4	+3/5	+2/3	+3/5	+2/4	+1/3
Salud	−1/3	−1/4	−2/3	−3/3	+3/7	+2/6
Paisaje	−1/2	−1/2	−1/2	0	0	+1/3

Conclusión Etapa 1

- **Impacto global: BAJO a MODERADO**
- Impactos negativos **localizados, temporales y mitigables**
- Buen control operativo (pH, destrucción total de cianuro, confinamiento impermeabilizado).
- En está Etapa 1 el molino de bolas **solo se utilizará 16 horas por semana.**
- Durante 1 año 6 meses.
- Impactos positivos relevantes en **no genera nuevos pasivos ambientales.**

Tabla 32. Matriz de identificación de impacto en la **Etapa 2** consistente en Separación gravimétrica de arenas (60,000–72,000 t) – sin reactivos

Factor ambiental / Actividad	Bombeo y manejo de lodos	Cribado y centrifugado	Jiggs y KNelson	Retorno del material a presa
Suelo	-1/3	-1/2	0	+2/6
Agua superficial	-1/3	0	0	+2/6
Agua subterránea	0	0	0/1	+2/6
Aire	0	-1/2	0	0
Ruido	-1/2	-1/2	-1/2	0
Vegetación	0	0	0	0
Fauna	0	0	0	0
Empleo	+2/4	+3/5	+3/5	+1/3
Salud	-1/2	-1/3	0	+1/4
Paisaje	-1/2	-1/2	0	+1/3

Conclusión Etapa 2

- **Impacto ambiental BAJO**
- Proceso **físico**, sin sustancias peligrosas.
- Esta **Etapa 2** su duración es de 6 meses a 1 año, muy temporal.
- Mejora el aprovechamiento del material y **no genera nuevos pasivos**
- En esta **Etapa 2** solo genera ruido una bomba de lodos eléctrica.

Tabla 33. Matriz de identificación de impacto en la **Etapa 3** consistente en procesamiento de terreros abandonados – flotación (180 t/día)

Factor ambiental / Actividad	Recolección de terreros	Uso de reactivos de flotación	Planta de flotación	Confinamiento de jales
Suelo	-2/3	-3/3	-2/3	+2/6
Agua superficial	0	-3/6	-2/5	+2/6
Agua subterránea	0	-2/6	-1/4	+2/6
Aire	-2/3	-1/3	-2/4	0
Ruido	-1/3	0	-4/5	0
Vegetación	-1/3	-1/3	0	0
Fauna	-2/3	-1/3	0	0
Empleo	+1/3	+3/5	+3/3	+1/3
Salud	-2/4	-3/4	-2/5	+2/6
Paisaje	-1/3	0	-1/3	+1/3

Conclusión Etapa 3

- **Impacto MODERADO**
- Justificado por la **remediación indirecta de terreros abandonados**
- Impactos negativos controlables mediante manejo de reactivos y jales.

La evaluación de impactos ambientales de las presas de jales

La evaluación de los impactos se realizó mediante la metodología de Leopold, valorando la **magnitud** y la **importancia** de cada interacción entre las presas de jales y los factores ambientales.

Derivado del análisis técnico y de la información geológica, geotécnica e hidrológica disponible, se determinó que:

- La magnitud de los impactos potenciales es **baja a moderado**.

  El impacto identificado se clasifica **como moderado**, debido a que presenta una afectación localizada y temporal, asociada exclusivamente a las actividades de manejo y reprocesamiento de materiales previamente generados. Dicho impacto no implica una alteración permanente del medio, no rebasa la

capacidad de carga del sistema ambiental y no genera afectaciones irreversibles sobre los componentes ambientales.

Asimismo, el impacto es mitigable, toda vez que se aplican medidas de prevención, control y mitigación técnicamente viables, las cuales han sido integradas al diseño del proyecto, tales como el uso de infraestructura existente, superficies impermeabilizadas, control de escurrimientos, manejo adecuado de residuos y monitoreo ambiental continuo. En el contexto de una Manifestación de Impacto Ambiental de modalidad Particular, los impactos de carácter moderado resultan ambientalmente aceptables, siempre que se encuentren debidamente identificados, evaluados y acompañados de medidas específicas de mitigación y seguimiento, condiciones que se cumplen en el presente proyecto. Adicionalmente, **el impacto moderado** se ve compensado por un beneficio ambiental neto, derivado de la reducción progresiva de un pasivo ambiental histórico, lo que contribuye a la mejora de la calidad del suelo, del agua superficial y subterránea y del entorno ambiental regional.

- La importancia ambiental de los impactos es **baja**, debido a su carácter preventivo, controlable y reversible.
- No se identifican impactos críticos, irreversibles o acumulativos significativos.

El nivel freático se localiza a una profundidad de entre 30 y 40 metros, lo cual, aunado a la impermeabilización de las presas, minimiza el riesgo de contaminación del agua subterránea. Asimismo, la ubicación del proyecto dentro de una cuenca semicerrada y la ausencia de centros de población aguas abajo reducen el riesgo ambiental regional.

Capítulo VI

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Objetivo:

Establecer las acciones de prevención, mitigación y seguimiento ambiental necesarias para garantizar que los impactos derivados del proyecto Las Flores se mantengan dentro de límites ambientalmente aceptables durante todas sus etapas operativas.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medida de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Tabla 34. Medidas de mitigación por componente ambiental

ETAPA 1,2 Y 3 DEL PROYECTO			
ACTIVIDAD	**FACTOR AMBIENTAL**	**IMPACTOS**	**MEDIDAS DE MITIGACIÓN**
Acceso, acarreo, recolección de terreros, operación y mantenimiento	**Suelo**	Características geomorfológicas.	Para la superficie de acceso no se contempla medida de mitigación.
		Generación de aceites gastados	Se evitará el vertido o derrame de grasas y aceites.
		Generación de residuos domésticos	Los residuos que se consideren como peligrosos (recipientes de grasas, aceites, solventes, aditivos, etc.) deben ser manejados de acuerdo a la normatividad vigente aplicable. La basura generada considerada como domestica será colectada y enviada al relleno sanitario municipal.
	Atmósfera	Emisión de polvos y Emisión	

		de humos. El impacto es poco significativo, temporal y puntual	No se contempla medida de mitigación, ya que las emisiones de maquinaria que serán utilizadas serán mínimas, y los impactos a la atmósfera son prácticamente insignificantes.
	Flora	**No hay remoción de vegetación, ya que sobre los terreros por tener alto contenidos de metales y arsénico no crece vegetación alguna desde hace 200 años.**	Se contempla como medida de mitigación reforestar áreas verdes posteriores al despalme del sitio del terrero.
	Fauna	Desplazamiento de las especies. El realizar las actividades de carga y acarreo provocará que la pequeña fauna se desplazase de manera permanente.	Lo que permitirá el desplazamiento de la fauna hacia sitios contiguos al terrero. Minimizando con ello el impacto negativo.
	Habitat terrestres	Fragmentación. Aumento de lodos en la presa de Jales no.2	Se contempla como medida de mitigación destinar áreas verdes.
	Efectos estéticos .	Modificación al relieve y las características topográficas y elementos de composición, con la operación de la planta de beneficio en todas sus	No se contempla medida de mitigación.

		etapas.	
	Ambiente sonoro	Emisión de ruido. En esta acción se producirá muy ruido puntual en virtud de que se utilizará maquinaria y por los vehículos que llegan al lugar, el impacto es significativo, temporal y puntual.	El uso de maquinaria permitirá el procesamiento del mineral y la medida contemplada de mitigación, es la afinación de los motores, engrasado de los sistemas de rodamientos.

A continuación, se describen los impactos y medidas de mitigación por las tres etapas del proyecto (Lixiviación, Gravimetría y Flotación)

Tabla 35. ETAPA 1 – LIXIVIACIÓN: La lixiviación es un proceso utilizado para extraer oro y plata de sus minerales, utilizando una solución de cianuro en condiciones controladas.

ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ETAPA I *Lixiviación*	Calidad del agua y su acidez	Riesgo por cianuro	Mantener el pH >11 con cal en exceso durante el proceso con la finalidad de prevenir la liberación de cianuro en el agua y asegurar que el pH del proceso se mantenga dentro de un rango seguro, minimizando el riesgo de formación de cianuro libre tóxico.
	Contaminación atmosférica	Formación de HCN	Monitoreo horario de pH con la finalidad de prevenir la liberación de **HCN** (cianuro de hidrógeno) al mantener el pH del proceso en niveles seguros para evitar que se forme el gas tóxico.
	Contaminación del suelo y cuerpos de agua	Derrames	Contención secundaria impermeable con la finalidad de evitar que los **derrames de cianuro** se filtren en el suelo o lleguen a los cuerpos de agua cercanos, garantizando que el material químico se contenga de manera segura. Esto en caso de que dichos derrames ocurran.
	Bienestar de los trabajadores	Salud ocupacional	EPP (equipo de protección personal) en el manejo de materiales peligrosos, procedimientos de emergencia y prevención de accidentes. CAPACITACIÓN. En seguridad

			laboral, uso del EPP, manejo de materiales peligrosos, procedimientos de emergencia y prevención de accidentes. MSDS (Hoja de Datos de Seguridad Material) para seguridad en el manejo de productos químicos en el lugar de trabajo.

Medidas de mitigación General:

- Disposición final de residuos generados conforme a la normatividad ambiental aplicable
- Control estricto de la concentración de cianuro en las soluciones.
- Uso de tecnologías de neutralización de cianuro antes de la disposición de los residuos.

Se cuenta con 2 obras para el confinamiento debajo de los tranques de lixiviación.

Debajo de los tanques se tiene una barda perimetral con capacidad de 100 m^3 con la finalidad de proteger el área, en caso de algún siniestro debajo de los tanques, una fuga de alguna válvula todo la solución será contenida en este muro perimetral y además este confinamiento esta comunicado con tubería de HPDE de 4”Ø para enviar el derrame a dos tanques de seguridad. Esta área de los tanques de seguridad cuenta con otra barda de confinamiento, y así, evitar que ninguna gota de residuo salga al ambiente, estos tanques de seguridad cuentan con sistema de re-bombeo de este líquido y se pueda enviar de nuevo a las pilas de concreto de lavados al tanque directamente.



Figura 59. Tanques de seguridad de almacenamiento de solución pobre cianurada.

Tabla 36. ETAPA 2 – GRAVIMETRÍA: La gravimetría es un proceso físico que separa los minerales de valor (como oro) a través de su diferencia de densidad, sin utilizar productos químicos.

ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ETAPA 2 *Gravimetría*	Afectación a la fauna y flora local	Ruido	Operación diurna: limitar las actividades a **horarios diurnos** reduce los efectos sobre la fauna nocturna.
	Calidad del agua en cuerpos receptores	Turbidez	Retorno inmediato de arenas: Esta medida consiste en retornar **de manera inmediata** las arenas removidas a las áreas originales, evitando que los sedimentos se dispersen en los cuerpos de agua. De esta manera, se previene la **contaminación de los cuerpos receptores** con partículas suspendidas que generan turbidez.
	Integridad de ecosistemas y seguridad pública	Seguridad	Señalización y rutas: Asegurar la **seguridad pública** y **proteger los ecosistemas**, estableciendo rutas de acceso controladas y asegurando que las áreas de trabajo sean fácilmente identificables y seguras para los trabajadores y las comunidades cercanas.

Medidas de mitigación General:

- Uso de técnicas para reducir la pérdida de material no deseado.
- Restauración y revegetación de las áreas afectadas.
- Manejo adecuado de los residuos sólidos generados.

Tabla 37. ETAPA 3 – FLOTACIÓN: La flotación es un proceso físico-químico utilizado para separar minerales de valor de la ganga, mediante el uso de reactivos que favorecen la adhesión de los minerales a burbujas de aire.

ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ETAPA 3 *Flotación*	Minimización de desechos tóxicos	Manejo de reactivos	Dosificación controlada con el fin de **Reducir la cantidad de desechos tóxicos** generados durante el proceso de flotación mediante el control adecuado de la **dosificación de reactivos**, evitando el exceso de químicos que podrían resultar en desechos peligrosos.
	Calidad del aire	Polvos	Humectación: con la finalidad de reducir la **emisión de polvo** en el aire, protegiendo la salud de las personas y el medio ambiente, mediante la **humectación** (mojar) de áreas críticas donde se pueda generar polvo.
	Protección de recursos hídricos	Jales	Presa impermeabilizada: Realizar un monitoreo constante de la **calidad del agua** de la presa de jales y los cuerpos de agua cercanos para detectar cualquier signo de contaminación. Si se detecta contaminación, se deben aplicar medidas correctivas inmediatamente

Medidas de mitigación General:

- Reciclaje y reutilización de los reactivos en el proceso.
- Uso de tecnologías más limpias que reduzcan la necesidad de químicos tóxicos.
- Tratamiento de los efluentes para remover contaminantes antes de su confinamiento final.

Con el objetivo de prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales asociados a las presas de jales, se implementarán las siguientes medidas:

- Inspección periódica de muros, taludes y coronas de las presas.
- Monitoreo geotécnico y visual antes, durante y después de la temporada de lluvias y ciclones.
- Mantenimiento preventivo de drenajes y canales de desvío pluvial.
- Verificación continúa de la integridad de la geomembrana impermeabilizante.
- Control de generación de polvo mediante humectación superficial.
- Monitoreo de calidad de aguas superficiales y subterráneas conforme a programas de vigilancia ambiental.
- Aplicación de un plan de contingencias para eventos hidrometeorológicos extremos o sismos.
- Capacitación del personal operativo en manejo de emergencias ambientales.

Estas medidas aseguran que los residuos mineros permanezcan confinados de manera segura, evitando afectaciones al entorno natural y a la salud humana.

VI.2 Impactos residuales

Los impactos residuales del proyecto en sus distintas etapas de procesamiento del mineral, como **lixiviación**, **gravimetría** y **flotación**, dependen de varios factores, tales como el tipo de mineral extraído, las tecnologías utilizadas, y las prácticas ambientales implementadas. A continuación, se describen los impactos residuales más comunes y que potencialmente podrían darse en cada una de estas etapas de no aplicar las medidas de mitigación consideradas para el proyecto:

1. Lixiviación:

Impactos residuales potenciales:

- **Contaminación de aguas subterráneas y superficiales**: El cianuro es un compuesto tóxico que, si no se maneja adecuadamente, puede filtrarse al medio ambiente, afectando la calidad del agua en ríos, lagos y acuíferos cercanos. Si las soluciones de cianuro o los relaves no se manejan correctamente, puede haber contaminación.
- **Generación de residuos sólidos peligrosos**: Los residuos resultantes del proceso (relaves) pueden contener cianuro residual, metales pesados y otros productos tóxicos, lo que hace que su almacenamiento y disposición sean críticos.
- **Emisión de gases tóxicos**: Durante la descomposición de cianuro, pueden generarse gases como el cianuro de hidrógeno (HCN), que es altamente tóxico si se libera al aire.

2. Gravimetría

Impactos residuales potenciales:

- **Generación de residuos sólidos**: Aunque la gravimetría no utiliza productos químicos, el proceso genera residuos de material no valioso, como arena, arcilla o fragmentos de roca.
- **Pérdida de biodiversidad en el terreno**: El material no deseado puede ser depositado en el entorno si no se maneja adecuadamente, lo que puede afectar a los ecosistemas circundantes, sobre todo si los residuos son depositados en áreas cercanas a cuerpos de agua.

3. Flotación

Impactos residuales potenciales:

- **Contaminación por reactivos químicos**: En esta etapa, se utilizan reactivos como colectores, espumantes y modificadores de pH, que pueden ser tóxicos para el medio ambiente si no se gestionan correctamente. El mal manejo de estos reactivos puede generar contaminación del agua y el suelo.

- **Alteración de la calidad del agua**: El proceso de flotación puede introducir contaminantes en las aguas cercanas debido al uso de reactivos y a la descarga de relaves no tratados.

En conclusión, podemos decir que, aunque las etapas de lixiviación**,** gravimetría **y** flotación son fundamentales para el manejo y reprocesamiento de minerales previamente generados, los impactos residuales de cada una de ellas pueden afectar significativamente al medio ambiente. Nuestra empresa ha implementado para el proyecto prácticas de manejo ambiental responsables, con la finalidad de minimizar los impactos ambientales a su máximo, utilizando para ello en el proceso la incorporación del uso de nuevas tecnologías, lo cual juega un papel crucial en la reducción de impactos negativos entre otras tecnología nuevas, así como el uso de geomembranas en las presas de jales lo cual puede ser una solución efectiva para prevenir filtraciones de contaminantes al suelo y al agua. Estas geomembranas actúan como barreras impermeables, evitando que los contaminantes pudieran llegar a las fuentes de agua cercanas.

Una medida clave para prevenir efectos negativos a largo plazo es la implementación de monitoreo constante en áreas críticas, tales como las presas de jales, las pilas de lixiviación y las zonas de disposición de residuos. El monitoreo de las áreas críticas nos permite detectar a tiempo posibles fallos o filtraciones, lo que ayuda a prevenir desastres ambientales y a actuar de forma rápida y eficiente. Esto debe ser complementado con un monitoreo constante de la calidad del agua y del aire en las zonas circundantes a las operaciones mineras de los procesos para garantizar la protección del medio ambiente y la salud de las comunidades cercanas.

Este enfoque integral no solo promueve un manejo más responsable y sostenible de los recursos, sino que también fortalece la transparencia y el compromiso social de la empresa, demostrando que estamos tomando medidas activas para mitigar los riesgos ambientales y mejorar la seguridad en todas nuestras operaciones.

Con ello, podemos afirmar que nuestra empresa está adoptando medidas anticipadas para minimizar los impactos ambientales potenciales asociados con el proyecto denominado “Centro de Procesamiento Responsable Las Flores**”**, asegurando su desarrollo sostenible y responsable.

Capítulo VII

VII. PRONOSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronósticos del escenario

Tabla 38. Escenario Ambiental

ELEMENTO AMBIENTAL	ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL	ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO
Clima	En la zona de Las Flores se determina un clima BSohw, Árido, semicálido, temperatura entre 18°C y 22°C, temperatura del mes más frio menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. El clima Muy seco muy cálido y cálido, se distribuye, por una parte, a lo largo de la franja costera del Golfo de California a elevaciones no mayores a los 500 msnm, con lluvias en verano. La temperatura media anual es entre 22 °C y 26 °C. La media mensual más alta oscila entre 27 y 30 ° C y se presenta los meses de agosto y septiembre; el mes más frío es enero, donde la media es aproximadamente 17 °C. La precipitación más alta se da en los meses de agosto a septiembre con medias de 45 a 49 mm, y las mínimas se registran en abril, mayo y junio, son inferiores a los 4 mm.	Como el clima es un componente ambiental a nivel regional, que está determinado por condiciones meteorológicas a largo plazo, no será modificado por el proyecto.
Geología y Geomorfología	La geología del área de estudio se caracteriza por la presencia de rocas ígneas intrusivas del Jurásico tardío.	Dada las propiedades regionales de estos eventos ambientales, en contrastes con la naturaleza puntual del proyecto y el bajo impacto ambiental asociado a este. Debido a que los eventos geológicos están estabilizados y los cambios significativos suceden a muy largo plazo.

Suelo	En el área de estudio los suelos son jóvenes (de espesor de 0 a 20 cm donde aflora la roca ígnea granodoirita) y poco desarrollados, por lo que no presentan características diferenciales en el perfil, son suelos arenosos con alto contenido de sílice.	La afectación que tendrá el proyecto en el factor suelo es nula. El suelo en la zona es de poco espesor, aflora la roca ígnea.
Hidrología	La red hidrográfica está conformada por un drenaje a dendrítico subparalelo.	La zona del proyecto se encuentra entre lomas y cerros, entre las curvas de nivel de 450.0 m.s.n.m. y los 660.0 m.s.n.m.,
Vegetación	El área se encuentra enclavada en una región en que la vegetación dominante es el Matorral Sarcocrasicaule (tipo semidesértico).	La afectación de la vegetación no se verá modificada, porque no se realizarán desmontes, no obstante, lo anterior se llevó a cabo el desmonte y el rescate en el año de 1995 a 1996.
Fauna	La fauna en la zona de estudio tiene una estrecha relación con las condiciones del entorno; sus condiciones para sobrevivir son precarias, presentando notables características de adaptación al medio ambiente, como algunos mamíferos de hábitos nocturnos que les permiten evitar pérdidas corporales de agua durante el día, algunas especies toman el agua necesaria de los alimentos que consumen.	La afectación de fauna debido al proyecto no se verá modificada ya que esta se encuentra asociada a la vegetación.
Ecosistemas y Paisaje	La situación actual del paisaje en el Proyecto en base a sus componentes es un Paisaje Natural. Las características del Paisaje en general son homogéneas y meso relieve (lomas y laderas	Debido a que el proyecto es puntual y el cual no modificará el relieve.

	suaves). El paisaje actual tiene buena visibilidad por tener un relieve suave de lomas y pequeñas cañadas. La calidad del fondo escénico. las características propias del terreno de formas en laderas y pendientes suaves de las lomas permitirán el ínter visibilidad. El paisaje pasara de natural a cultural y posteriormente a urbano.	
Medio Socioeconómico	El desarrollo de este tipo de proyectos, y en particular del que nos ocupa, representa para los habitantes de la población de El Triunfo y San Antonio la creación de fuentes de trabajo, tanto como directos como indirectos, ya sea en las actividades mismas de operación y mantenimiento serán ocupados. Desde el punto de vista socioeconómico, el proyecto por ser de empleo para el desarrollo de la minera Ejidal. Beneficiará a un gran número de familias de la Región. Además de la creación de empleos que el proyecto traerá consigo, se crearán alternativas de empleo en las actividades comerciales y el desarrollo en las vías de comunicación y servicios básicos que estos proyectos generan a su alrededor. En lo que respecta al aspecto económico, tan solo la realización de los estudios de impacto ambiental, pago de impuestos, rehabilitación de la	Al crear este proyecto permitirá consolidar el avance de las localidades en esta región, creando fuentes de empleo, que repercutirán directamente sobre la calidad de vida de los habitantes de la región, asimismo favorecerá el desarrollo de nuevas actividades económicas.

	planta constituye la primera derrama económica, sin menoscabo de las labores directas que constituyen la puesta en marcha de este proyecto y que beneficiará a los habitantes de la zona y con la cual ayudará a la economía regional.	

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental.

- No se permitirá el acoso, persecución, caza o cautiverio de la fauna silvestre del lugar.

- No se permitirá el derrame, depósito o almacenamiento de residuos sólidos que pueden resultar riesgosos.

- Deberán preservarse las especies de flora y fauna en algún estatus de conservación.

- En función de evitar la generación de humos provenientes de los vehículos automotores durante la etapa de preparación del sitio se tendrá un estricto control de estos, de tal forma que se mantenga en buenas condiciones mecánicas.

- Como medida tendiente a minimizar la generación de polvo se prevé aplica agua cruda en el área durante la operación de la planta de beneficio zona de trituración.

- Se instalarán contenedores en sitios estratégicos para disponer temporalmente los residuos generados, para posteriormente trasladarlos a donde la autoridad municipal disponga.

- No deberán obstruirse los escurrimientos pluviales.
- Se recomendará y exigirá a los trabajadores la política de no destruir, cazar, y/o molestar a las especies de flora y fauna presente en el área del proyecto, así como en las áreas adyacentes.

- Las áreas de mayor tráfico vehicular serán regados periódicamente de tal manera de que se evite la generación excesiva de polvo.

- Supervisión y Monitoreo Constante: llevar a cabo una supervisión continua en cada etapa de los procesos del proyecto. Esto tiene como objetivo identificar cualquier anomalía que pudiera representar un riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud de los trabajadores. Esta vigilancia proactiva nos permitirá actuar rápidamente ante posibles problemas y garantizar un entorno seguro y sostenible.

- Se recomienda implementar un sistema de monitoreo continúo asociadas a las presas de jales, que incluya análisis de la calidad del agua y suelo, detección de movimientos y filtraciones, y capacitación, para asegurar la protección del medio ambiente y prevenir impactos negativos.

Con el objetivo de prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales asociados a las presas de jales, se implementarán las siguientes medidas:

Programa de Monitoreo Ambiental de las etapas del proyecto

Tabla 39. Frecuencia del muestreo para el monitoreo ambiental en el sitio.

Componente	Parámetro	Método	Frecuencia
Agua proceso	pH, CN libre	Método volumétrico	Diario
Jales	CN total	Análisis laboratorio	Mensual
Aire	Olores / HCN	Observación y pH	Continuo
Ruido	dB(A)	Sonómetro	Semestral
Salud	Incidentes	Registro	Permanente

Indicadores de Cumplimiento

- pH ≥ 11 en todo el circuito de lixiviación
- CN libre = 0 mg/L en sólidos enviados a presa de jales no.1
- Cero derrames no controlados
- Cero incidentes por intoxicación

VII.3 Conclusiones

Se solicita la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto **“Centro de Procesamiento Responsable Las Flores”**, a desarrollarse en el predio **Demasías de Las Flores**, el cual contempla la ejecución de tres procesos en tres etapas, a realizarse en distintos momentos, orientados al **reprocesamiento controlado de materiales mineros previamente generados**, con el objetivo de contribuir a la **remediación de pasivos ambientales históricos** existentes en la región.

El proyecto no contempla actividades de explotación minera a cielo abierto o subterránea, ni la apertura de nuevas minas, ni el uso de explosivos, ni la construcción de nuevas obras, limitándose al uso de **infraestructura previamente existente** dentro del sitio Las Flores. Dos de las etapas del proyecto consisten en el **retratamiento de materiales previamente procesados**, actualmente depositados en la **Presa de Jales no. 1**, **Presa de Jales no. 2**, así como en materiales provenientes de **terreros abandonados** localizados dentro del Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, en el estado de Baja California Sur.

En la zona de San Antonio y El Triunfo se estima la presencia de aproximadamente **800,000 toneladas de materiales mineros expuestos en superficie**, los cuales han permanecido sin manejo ambiental por más de 200 años, derivados de actividades mineras históricas. Estos materiales, dispuestos en diversos montones con volúmenes aproximados de entre 10,000 y 40,000 toneladas, constituyen una fuente activa de contaminación, asociada a la movilización de **arsénico y otros metales pesados**, los cuales han sido detectados en concentraciones superiores a los límites permisibles establecidos en la normatividad nacional e internacional para agua de consumo humano.

El presente proyecto no genera nuevos materiales mineros, sino que atiende materiales previamente generados.

La empresa cuenta con una **planta de tratamiento de minerales polimetálicos**, diseñada bajo criterios de **minimización del uso de agua, recirculación del recurso hídrico y control de contaminantes**, lo que permite la separación de materiales inertes, como cuarzos y feldespatos, de fracciones sulfuradas que contienen arsénico, cobre, plomo y zinc, las cuales representan aproximadamente entre el 2 y 4 % en peso del material tratado. Esta tecnología ha sido planeada para cumplir con la normatividad ambiental aplicable y contribuir a la remediación de sitios contaminados por metales pesados.

El proyecto **Centro de Procesamiento Responsable Las Flores** es ambientalmente viable, toda vez que se desarrolla en áreas previamente impactadas, hace uso de infraestructura existente, y no implica cambio de uso de suelo forestal. La implementación de tecnologías de proceso controladas, junto con infraestructura impermeabilizada y sistemas de manejo ambiental, permite **minimizar los impactos al medio ambiente y garantizar la protección del suelo, agua y aire**.

Los impactos ambientales identificados durante las distintas etapas del proyecto son, en su mayoría, de **baja magnitud, temporales, reversibles y mitigables**, lo que posibilita su adecuada gestión mediante la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación propuestas. Destaca un **beneficio ambiental neto**, asociado al reprocesamiento de pasivos ambientales históricos y a la reducción de fuentes activas de contaminación en la región.

Asimismo, el proyecto se localiza **fuera de Áreas Naturales Protegidas y de sus zonas de amortiguamiento**, lo que refuerza su viabilidad ambiental. La integración de prácticas sostenibles y tecnologías ambientalmente compatibles permite que el proyecto se constituya como un **modelo de procesamiento responsable**, alineado con los principios de desarrollo sustentable.

Adicionalmente, el proyecto generará **beneficios sociales y económicos**, tales como la creación de empleos y la reactivación de la economía local en los pueblos mineros históricos de la región, contribuyendo al bienestar social sin comprometer la integridad ambiental del entorno.

En virtud de lo anterior, se concluye que el proyecto es **ambientalmente viable**, siempre y cuando se dé cumplimiento estricto a las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental propuestas en el presente estudio, así como a las condicionantes que, en su caso, establezcan las autoridades competentes.

La ejecución del proyecto contribuirá de manera directa a la reducción de un pasivo ambiental histórico que ha afectado por más de dos siglos la calidad del agua superficial, de norias y de acuíferos subterráneos en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, coadyuvando así a los esfuerzos del Gobierno Federal para la protección y restauración del medio ambiente en el estado de Baja California Sur.

Bibliografías y Referencias

1.- Amao, M. J. L., 1997. Mineros, Misioneros y Rancheros de la Antigua California, Plaza y Valdés Editores, México, D.F., 168 p.

2.- León de la Luz, J. L. y R. Coria, Flora iconográfica de B.C.S. 1992.

3.- Meffe, G. K. y C. R. Carroll. (eds.). 1994. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.

4.- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg, 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wíley & Sons. New York, USA.

5.- Rzedowski, J., La vegetación de México, Limusa, México, 1978.

6.- Lancia, R. A.; J. D. Nichols y K. H. Pollock. 1994. Estimating the number of animals in wildlife populations. Pp. 215-253. En: Research and management techniques for wildlife and habitats (Bookhout, T., ed.). The Wildlfie Society, Bethesda, Maryland, 740 pp.

7.- UNAM, inst. Geología. Revista, Vol. 7, No 1, 1-21. p.

8.-Castanier, L.M., 1931. Informe General Sobre las Minas de Oro y Plata del El Triunfo y San Antonio, (documento en archivos del Ing. Sebastián Díaz Encinas), inédito, La Paz, BCS, 5 p.

9.- Coronel, A.J.M., J.B. Pitersen y R. D. M. Calderon, 1982, Análisis Hidrológico de la Zona Sur del. Estado de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., SARH, 28 p.

10.- Flores-Villela, O. P. Gómez. 1994. Biodiversidad y Conservación en México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y UNAM, 2ª Ed. Ediciones Técnico Científicas, S. A. de C.V.

11.- López Ramos E., 1983, Geología México, Tomo II, 3ª ed. México, 1-58 p.

12.- Mina-Uhink, Federico, 1957, Bosquejo Geológico del Territorio Sur de la Baja California. Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, Vol. 9, 139-269 p.

13.- Normrk, W. R. Adn J. R. Curray, 1968, Geology and structure of the tip of thr Baja California, Mexico. Geol. Soc. An. Bull; Vol. 79, 1589-1602 p.

14.- Z. Flores, E. 1979, Hidrológica Superficial, Universidad de Sonora, México, 183 p.

15.- Z. Flores, E. 1998, Geosudcalifornia, UABCS, México, p. 1- 253.

16.- INEGI. 2000. Resultados preliminares. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

17.- INEGI. Cartas escala 1:250,000:
Carta hidrológica de aguas superficiales.
Carta hidrológica de aguas subterráneas.

Carta del uso de suelo y vegetación
Carta geológica
Carta topográfica.

18.- INEGI. 1996. ESTUDIO hidrológico Del estado de Baja California Sur.

19.- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1988, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, y reformada el 13 de diciembre de 1996).

20.-PROMED, 1977. Resumen Histórico del Distrito Minero El Triunfo y San Antonio, inédito, La Paz BCS., 10 p.

21.- Reglamento de la ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, 2000, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.

22.- SEMARNAT. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna. Comisión Nacional de Áreas Protegidas (Diario Oficial de la federación 19 de junio de 2003. Edición 2003).

23.- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación 6 de marzo de 2002.

24.- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 2003, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003.

25.- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 2005, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.

Capítulo VIII

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

La documentación del presente trabajo se presenta en forma escrita y en forma digital (CD).

VIII.1.1 Planos definitivos

Anexo 1 Plano de ubicación del Predio Demasías de Las Flores
Ubicación de las presas de jales
Perfil de las presas de Jales no.1 y no. 2

Anexo 2 Plano de la Presa de Jales no. 2

VIII.1.2 Videos

No se presentan

VIII.1.3 Listas de flora y fauna

Vegetación terrestre

El tipo de vegetación de la zona está definido por una comunidad vegetacional de rango elevado caracterizado primordialmente por la fisonomía, por los aspectos generales y exteriores de la vegetación y el conjunto de sus rasgos (Rzedowski 1978). Por su estructura, **en el predio del proyecto**, esta comunidad de selva baja caducifolia presenta un solo estrato arbóreo con tallas de entre 6 a 14 m (Morelos 1988), en donde las especies características son el Mauto (*Lysiloma divaricata*), Palo blanco (*L. candida*), Chilote (*Erythrina flabelliformis*), Jacalozulco (*Plumeria acutifolia*), Torote rojo (*Bursera microphylla*), Palo zorrillo (*Cassia emarginata*), Palo escopeta (*Albizzia occidentalis*), Brazil (*Haematoxylton brasiletto*), Palo amarillo (*Esenbeckia flava*) y Palo chino (*Pithecellobium mexicanum*).

En el estrato medio, caracterizado por formas arbustivas (de La Luz et al. 1988), de una altura entre 1 y 2 m, las especies más comunes son el Lomboy blanco (*Jatropha cinerea),* Lomboy rojo (*J. vernicosa*), Palo Adán (*Fouquieria diguetii*), Mimosa (*Mimosa brandegeei*), *Celtis reticulata*, *Plumbago scandens* y Cholla (*Opuntia cholla*).

En el estrato bajo, las herbáceas y subarbustos perennes son dominantes sobre las anuales (de La Luz et al. 1988). El estrato herbáceo se encuentra poco desarrollado con alturas medias de 0.50 m, con las especies representantes de Caribe (*Cnidoscolus angustidens*), Buena mujer (*Aster spinosus*), *Cassia tora, Carlowrightia pectinata, Lantana scorta, Viquiera spp. y Solanum spp*. Como subarbustos pueden considerarse a *Amaranthus spinosus, Ambrosia ambrosioides* (Chicura), *Baccharis glutinosa, B. sarothroides, Duranta repens, Heimia salicifolia e Hymenoclea salsola*. Es notable que de La Luz et al. (1988) trata especialmente a un grupo de herbáceas como *“estrato de las trepadoras”* en cuya categoría localiza a las especies de San Miguel (*Antigonon leptopus), Ibervillea sonorae, Nissolia setosa, Xogonium bracteatum, Serjania californica, Cardiospermum corindum, Rhynchosia pyramidalis, Bignonia unguiculata, Govania rosei, Merremia aurea y Matelea fruticosa.*

Los Cardones (*Pachycereus spp*.) están localizados en el estrato arbóreo; la Pitahaya dulce (*Stenocereus thurberi*), la Pitahaya agria (*Machaerocereus gummosus*) y la Cholla (*Opuntia cholla*), en el estrato medio.

En el predio del proyecto, se reconocieron las especies de la localidad por medios de observación directa, con apoyo de fotografías tomadas en el lugar, y las guías de campo Coyle y Roberts (1975), Roberts (1989), Hollis y Sánchez (1998), Wiggins (1980), Shreve y Wiggins (1964).

El sitio se caracteriza como serrano compuesto por cerros y cañadas profundas, raramente interrumpidas; en estas zonas, así, la distribución de la vegetación no es uniforme. Las plantas observadas están referidas a las pendientes de la serranía. El arreglo taxonómico para las plantas observadas se hizo de acuerdo con Wiggins (1980).

Para el predio Las Flores, se identificaron 37 especies, 33 géneros (entre ellos un spp.) distribuidos en 14 familias.

Las cuatro familias mejor representadas fueron:

- **LEGUMINOSAE** con ocho especies
- **EUPHORBIACEAE** con siete
- **CACTACEAE** con seis
- **COMPOSITAE** con cuatro

Las familias SOLANACEAE y RHAMNACEAE presentaron dos especies cada una, y el resto de las familias solamente un representante.

La frecuencia entre los arbustos (Ar) fue de 29.72 %, árboles (A) 27.02 %, herbáceas (he) y cilíndricas (c) con 13.51 % cada una. Simultáneamente se presentaron especies con formas de vida en árbol y arbusto (A, Ar) con 13.51 %, finalizando con cilíndrico globoso (cg), oblongos (o) y arrosedata (Arr) con 2.7 % cada forma.

De las 37 especies presentes en el sitio, 16 (43.24 %) exhibieron flor, 7 (18.9 %) frutos y 3 (8.1 %) flor y fruto simultáneamente.

Desde un punto de vista global, 26 especies (70.27 %) presentaron fenología.

Este aspecto demuestra la alta productividad existente como un efecto debido a las lluvias de verano ocurridas en el presente año.

Principales asociaciones vegetacionales y distribución

La vegetación del predio, es una asociación de selva baja caducifolia (INEGI, 2021), en donde la mayoría de los individuos que conforman la comunidad tiran las hojas en época de sequía, los árboles dominantes por lo regular son inermes.
La comunidad común para este tipo de vegetación se asocia con los géneros:

- *Bursera spp.*
- *Lysiloma spp.*

- *Jacaratia spp.*
- *Ipomoea spp.*
- *Pseudobombax spp.*
- *Erythrina spp.*
- *Cordia spp.*

Este tipo de comunidad está localizada en lo que se denomina Región de La Sierra de la Giganta (Wiggins 1980), caracterizada por los géneros *Lysiloma spp., Pithecellobium spp., Acacia spp., Prosopis spp., Cassia spp. y Cercidium spp.* Se encuentran además representantes de *Stenocereus thurberi, Mammillaria spp. y Opuntia spp.*

La comunidad de la selva baja caducifolia determina o marca la presencia del elemento tropical en la península de Baja California. En la Región de la Sierra de La Giganta o de La Laguna (de La Luz, 1988), de los 400 a 1,000 msnm, el tipo de vegetación está caracterizado, además de los ya mencionados, por:

- *Mimosa spp.*
- *Albizzia spp.*
- *Croton spp.*
- *Yucca spp.*
- *Pachycereus spp.*
- *Cnidoscolus spp.*
- *Merremia spp.*
- *Bignonia spp.*
- *Cardiospermum spp.*
- *Exogonium spp.*
- *Jatropha spp.*
- *Esenbeckia spp.*

- *Gochantia spp.*
- *Calliandra spp.*
- *Nissolia spp.*
- *Serjania spp.*
- *Rhynchosia spp.*
- *Govania spp.*
- *Calyoncitum spp.*
- *Sapium spp.*
- *Celtis spp.*

La mejor caracterización de esta comunidad se observa entre los 400 a 800 msnm, ya que a una altura de 1,000 m se mezcla con bosque de encino (Morelos 1988), mientras que, por abajo de los 400 m, lo hace con elementos del matorral xerófilo.

Mencionar especies de interés comercial

Las especies de interés comercial, en el Estado de Baja California Sur, son más bien de tipo artesanal y de forma primaria en actividades para construcción, utilizando las especies maderables siendo usadas como postes para cercos y algunos componentes de estructuras de las casas rurales.

En el caso de los frutales, se obtienen beneficios a nivel familiar por venta del producto natural o procesado (ates y encurtidos).

De 455 especies encontradas en el noroeste del país con uso actual y potencial, el 33.4 % se distribuyen en nuestro Estado (Piña 1983).

De las especies observadas en el predio, cuatro tienen importancia comercial:

- El Mauto y Palo zorrillo, que son comercializados como postes para usos en cercos a nivel rústico.

- El Palo blanco, que es usado en curtiduría por los rancheros, dando un uso artesanal a este recurso.
- La Pitahaya dulce, cuyo fruto es vendido directamente por los pobladores de San Antonio, lugares circunvecinos y en la orilla de la carretera transpeninsular La Paz–Los Cabos, entre los meses de julio a septiembre.

También se elabora ate de pitahaya, envasándose en frascos de vidrio para su venta en una industria familiar y ofertándose en expendios que se establecen contiguos a la carretera.

Aunque con usos potenciales, el resto de las especies vegetales presentes en el sitio de estudio, no son explotados comercialmente por los pobladores de la región, si acaso en forma ocasional se consume la semilla madura del Caribe, herbácea que se desarrolla en la época de lluvias.

Señalar si existe vegetación endémica y/o en peligro de extinción

De las plantas observadas en campo, dentro del sitio de estudio, ninguna especie se encuentra en categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en peligro de extinción, como se observa en la tabla 17.

De estas especies:

- Tres tienen forma de vida de árbol,
- Cuatro son arbustivas,
- Y el resto son herbáceas, arrosedata y cilíndrica globosa.

Sólo *Acacia brandegeana* puede presentarse como árbol, o arbusto por periodos largos de vida.

Como se puede observar en la tabla 18, la familia LEGUMINOSAE tiene tres especies endémicas, en segundo término, la COMPOSITAE con dos, y el resto, con una especie cada una. Las seis familias con representantes endémicos componen el 46.8 % de todas las familias observadas en el sitio de estudio.

Tabla 17. Vegetación observada en el sitio de estudio del proyecto

FAMILIA / especie	Nombre	Fenología	Forma
Acacia brandegeana	Vinorama	fl	A, Ar
Lysiloma divaricata	Mauto	fl, fr	A
L. candida	Palo blanco		
Erythrina flabelliformis	Chilcote	fr	A
Acacia angustissima	Dai	fl	A, Ar
Prosopis glandulosa	Mezquite		A
Senna otomaria	Palo zorrillo	fr	A
Caesalpinia pannosa	Quiquirigallo	fl	Ar
Tecoma stans	Palo de arco	fl	A, Ar
Nicotiana glauca	Levántate Juan	fl	Ar
Datura dicolor	Toloache	fl	he
Adelia virgata	Pimientilla		A
Cnidoscolus angustidens	Caribe	fl, fr	he
Jatropha cinerea	Lomboy		Ar
J. vernicosa	Lomboy rojo	fl	Ar
Croton borgenis	Malva lanosa	fl, fr	Ar
Bernardia mexicana	Bernardia		he
Euphorbia leucophylla	Golondrina	fl	he

FAMILIA / Especie	Nombre común	Fenología	Forma
COMPOSITAE			
Ambrosia ambrosioides	Chicura	fr	Ar
Viguiera tomentosa	Tacote	fl	Ar
Gochnatia arborescens	Ocote	fl	Ar
Encelia farinosa	Incienso	fl	Ar
Hymenoclea monogyra	Romerillo		Ar
BURSERACEAE			
Bursera microphylla	Torote rojo	fr	A
B. odorata	Torote blanco		A
CACTACEAE			
Stenocereus thurberi	Pitahaya dulce		c
Opuntia	Nopal	fr	c

(Platyopuntia) sp.			
O. echinocarpa	Alcajer		c
O. cholla	Cholla		c
Ferocactus peninsulae	Biznaga	fl	cg
Pachycereus pringlei	Cardón		c
RHAMNACEAE			
Karwinskia humboldtiana	Cacachila	fr	Ar
Colubrina viridis	Palo colorado		A, Ar
POLYGONACEAE			
Antigonon leptopus	San Miguel	fl	he
BORAGINACEAE			
Bourreria sonorae	Chocolatillo		Ar
AGAVACEAE			
Yucca valida	Datilillo		Arr

FAMILIA / Especie	Nombre común	Fenología	Forma
CONVOLVULACEAE			
Merremia aurea	Yuca	fl	he
FOUQUIERIACEAE			
Fouquieria deguetii	Palo Adán	fl	A, Ar
APOCYNACEAE			
Plumeria acutifolia	Jacalozucho	fl	A

Tabla 18. Especies endémicas encontradas en el sitio de estudio del Proyecto.

FAMILIA / Especie	Forma de vida
LEGUMINOSAE	
Acacia brandegeana	A, Ar
Lysiloma candida	A
Caesalpinia pannosa	Ar
EUPHORBIACEAE	
Croton borgeensis	A
Jatropha vernicosa	Ar
COMPOSITAE	
Viguiera tomentosa	Ar
Gochnatia arborescens	A
AGAVACEAE	
Yucca valida	Arr
CONVOLVULACEAE	
Merremia aurea	he
CACTACEAE	

Ferocactus peninsulae	c

Fenología:

- **fl** = flor
- **fr** = fruto

Forma de vida:

- **A** = árbol
- **Ar** = arbusto
- **he** = herbácea
- **c** = cilíndrico
- **cg** = cilíndrico globoso
- **Arr** = arrosedata
- **o** = oblongo

IV.2.2.2. Fauna

Fauna característica de la zona

La fauna presente en el área de estudio fue identificada con base en la revisión de literatura especializada, así como mediante recorridos de campo efectuados en la zona del proyecto. Con esta información, se integró un listado sistemático de las especies de vertebrados correspondientes a las clases Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos con distribución en la Región del Cabo. El análisis se circunscribe al tipo de ambiente donde se pretende desarrollar el proyecto denominado Centro de procesamiento Responsable Las Flores, considerando únicamente aquellas especies asociadas al ecosistema de selva baja, el cual caracteriza el sitio del proyecto y su área de influencia inmediata.

Anfibios y reptiles

La herpetofauna de la Región del Cabo está compuesta por 48 especies (Álvarez et al. 1988). Los Anfibios (ranas y sapos), están representados con tan sólo cuatro especies, mientras que los Reptiles se encuentran mayormente representados con 44 especies, las cuales se agrupan en 13 familias. De ellas, 7 especies y tres subespecies se consideran endémicas de la Región del Cabo, aunque cabe señalar que, de ellas, 5 especies y dos subespecies son exclusivas del área de la sierra de La Laguna.

En la región se pueden encontrar tres especies de anfibios y 31 de reptiles, las cuales se enlistan en la Tabla 19.

Tabla 19.- Anfibios y Reptiles

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común
Amphibia	Salienta	Pelobatidae	*Scaphiopus couchii*	Sapo cavador
Amphibia	Salienta	Bufonidae	*Bufo punctatus*	Sapo
Amphibia	Salienta	Hylidae	*Hyla regilla*	Ranita
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	*Coleonyx variegatus*	Geco
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	*Phyllodactylus unctus*	Salamanques
Reptilia	Squamata	Gekkonidae	*P. xanti*	Geco
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Callisaurus draconoides*	Cachora arenera
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura hemilopha*	Iguana de piedra
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Sceloporus zosteromus*	Bejori
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*S. licki*	Bejori
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*S. hunsakeri*	Bejori
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Urosaurus nigricaudus*	Cachora matorralera
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Petrosaurus thalassinus*	Lagartija de las piedras
Reptilia	Squamata	Iguanidae	*Phrynosoma coronatum*	Camaleón
Reptilia	Squamata	Xantusiidae	*Xantusia vigilis*	Cachora pequeña
Reptilia	Squamata	Scincidae	*Eumeces lagunensis*	Ajolotito rayado

Aves

La avifauna de la Región del Cabo ocupa diversos ambientes que se extienden desde el medio marino, costero, matorral desértico y selva baja, hasta el bosque de pino encino a 2100 msnm. La componen un total de 289 especies (Rodríguez, 1988) de las cuales el 38.41% (111 especies) son consideradas residentes y el resto migratorias. El 36.9% de las aves residentes (41 especies) se consideran endémicas a nivel de especie o subespecie.

Se han considerado 49 especies y subespecies de aves residentes susceptibles de ser encontradas en este tipo de ambiente, las especies consideradas se enlistan en la

Tabla 20, **En la visita realizada al predio, se identificaron 16 especies de aves, las cuales se presentan en la Tabla 21.**

Tabla 20 - Avifauna Residente

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Ciconiiformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis ibis*	Garza garrapatera
Falconiformes	Cathartidae	*Cathartes aura teter*	Aura / Zopilote
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla cola cinchada
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis calurus*	Gavilán cola roja
Falconiformes	Accipitridae	*Aquila chrysaetos canadensis*	Águila real
Falconiformes	Falconidae	*Polyborus plancus audubonii*	Quelele
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius peninsularis*	Aguililla chapulera
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus anatum*	Halcón peregrino
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla californica achrustera*	Chacua / Codorniz
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus vociferus*	Tildío
Columbiformes	Columbidae	*Columba fasciata vioscae*	Paloma de collar / Paloma serrana
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica clara*	Paloma pitahayera
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura marginella*	Paloma tarabilla
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina pallescens*	Torcacita
Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus americanus occidentalis*	Platero piquiamarillo
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Churea / Correcaminos
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba pratincola*	Lechuza común
Strigiformes	Strigidae	*Otus kennicottii xantusi*	Tecolotito chillón
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus elachistus*	Tecolote cornudo
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium*	Picamétate

		gnoma hoskinsii	
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis inferior*	Tapacaminos
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Phalaenoptilus nuttallii dickeyi*	Pachacua
Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis saxatalis*	Vencejo
Apodiformes	Trochilidae	*Hylocharis xantusii*	Chuparrosa / Chuparrosa de Xantus
Piciformes	Picidae	*Melanerpes uropygialis brewsteri*	Carpintero de Gila
Piciformes	Picidae	*Picoides scalaris lucasanus*	Carpintero chollero
Piciformes	Picidae	*Colaptes auratus chrysoides*	Carpinterón
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax difficilis cineritius*	Mosquitero barranqueño
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans semiatra*	Papamosca negro
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus flammeus*	Cardenalito
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus cinerascens pertinax*	Lelo / Copetón cenizo
Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma coerulescens hypoleuca*	Pájaro azul
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax clarionensis*	Cuervo común
Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus grindae*	Sastrecillo
Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus obsoletus*	Saltadera
Passeriformes	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus conspersus*	Saltapared tepetatero
Passeriformes	Muscicapidae	*Polioptila caerulea obscura*	Chivirito / Perlita común
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo huttoni cognatus*	Vireo oliváceo
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos leucopterus*	Cenzontle
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus nelsoni*	Verduguillo
Passeriformes	Emberizidae	*Cardinalis*	Cardenal común

		cardinalis igneus	
Passeriformes	Emberizidae	*Cardinalis sinuatus peninsularis*	Cardenal torito
Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo erythrophthalmus magnirostris*	Chois
Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo fuscus albigula*	Vieja
Passeriformes	Emberizidae	*Aimophila ruficeps sororia*	Zacatonero corona rojiza
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus trochiloides*	Calandria palmera
Passeriformes	Icteridae	*Icterus parisorum*	Calandria tunera
Passeriformes	Fringillidae	*Carpodacus mexicanus ruberrimus*	Gorrión mexicano
Passeriformes	Fringillidae	*Carduelis psaltria hesperophilus*	Dominico

Tabla 21.- **Aves Observadas en el área del proyecto**

Orden	Familia	Especie	Nombre común/Estatus
Falconiformes	Cathartidae	*Cathartes aura teter*	Aura / Zopilote (R)
Falconiformes	Accipitridae	*Accipiter striatus velox*	Gavilán pajarero (M)
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis calurus*	Gavilán cola roja (R)
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius peninsularis*	Aguililla chapulera (R)
Galliformes	Phasianidae	*Callipepla californica achrustera*	Chacua / Codorniz (R)
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica clara*	Paloma pitayera (R)
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina pallescens*	Torcacita (R)
Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Churea / Correcaminos (R)
Apodiformes	Trochilidae	*Hylocharis xantusii*	Chuparrosa / Chuparrosa de Xantus (R)
Piciformes	Picidae	*Melanerpes uropygialis brewsteri*	Carpintero de Gila (R)
Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma coerulescens hypoleuca*	Pájaro azul (R)

Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax clarionensis*	Cuervo común (R)
Passeriformes	Mimidae	*Mimus polyglottos leucopterus*	Cenzontle (R)
Passeriformes	Emberizidae	*Vermivora celata*	Gusanero cabecigrís (M)
Passeriformes	Emberizidae	*Pipilo fuscus albigula*	Vieja (R)
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus trochiloides*	Calandria palmera (R)

Mamíferos

La mastofauna de la Región del Cabo está compuesta por 47 especies (Woloszyn y Woloszyn 1982), éstas se agrupan en 6 órdenes: Chiróptera, representado por los murciélagos, cuenta con 21 especies; Rodentia, cuyos representantes son las ardillas, tuzas, ratas y ratones con 12 especies; Carnívora, que incluye a los depredadores por excelencia, que incluyen desde el pequeño babisuri, hasta el gran puma (este orden cuenta con 8 especies); Lagomorpha (liebres y conejos), con tres especies, y finalmente los órdenes Insectívora (topos) y Artiodactyla (venado), con dos y una especie respectivamente.

En el listado de especies se incluyen 32, las cuales se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Mamíferos

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus davyi fulvus*	Murciélago de falsas espaldas desnudas
Chiroptera	Mormoopidae	*Mormoops megalophylla rufescens*	Murciélago de cara plegada
Chiroptera	Phyllostomatidae	*Macrotous waterhousii californicus*	Murciélago orejón
Chiroptera	Natalidae	*Natalus stramineus mexicanus*	Natalo mexicano
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis yumanensis yumanensis*	Murciélago
Chiroptera	Vespertilionidae	*M. velifer peninsularis*	Murciélago de las cuevas
Chiroptera	Vespertilionidae	*M. volans volans*	Murciélago de piernas largas
Chiroptera	Vespertilionidae	*M. californicus californicus*	Murciélaguito de California

Chiroptera	Vespertilionidae	*Pipistrellus hesperus hesperus*	Murciélaguito
Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus peninsulae*	Murciélago moreno
Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus borealis teliotis*	Murciélago rojizo
Chiroptera	Vespertilionidae	*L. cinereus cinereus*	Murciélago escarchado
Chiroptera	Vespertilionidae	*L. ega xanthanus*	Murciélago amarillo
Chiroptera	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus minor*	Murciélago pálido
Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus xanti*	Liebre de cola negra
Rodentia	Sciuridae	*Ammospermophilus leucurus extimus*	Ardilla / Juancito
Rodentia	Geomyidae	*Thomomys umbrinus anitae*	Tuza
Rodentia	Heteromyidae	*Perognathus spinatus peninsulae*	Ratón con bolsa
Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys peninsuale*	Ratón
Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus eva*	Ratón de cactáceas
Rodentia	Cricetidae	*P. maniculatus coolidgei*	Ratón venado
Rodentia	Cricetidae	*Neotoma lepida notia*	Rata de campo
Rodentia	Muridae	*Mus musculus domesticus*	Ratón casero
Carnivora	Canidae	*Canis latrans peninsulae*	Coyote
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus peninsularis*	Zorra
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus palmarius*	Babisuri
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor grinnelli*	Mapache
Carnivora	Mustelidae	*Taxidea taxus hirsuta*	Tejón
Carnivora	Mustelidae	*Spilogale putorius lucasana*	Zorrillo
Carnivora	Felidae	*Felis concolor improcera*	Puma / León
Carnivora	Felidae	*Lynx rufus peninsularis*	Gato montés
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus hemionus peninsulae*	Venado bura

Especies de valor comercial

De conformidad con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento, el aprovechamiento extractivo, transporte y comercialización de especies de fauna silvestre únicamente puede llevarse a cabo mediante autorización expresa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), bajo esquemas de manejo autorizados tales como Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs) o Predios o Instalaciones que Manejan Vida Silvestre (PIMVS), y siempre que se garantice su aprovechamiento sustentable.

En el Estado de Baja California Sur, el aprovechamiento de aves silvestres, particularmente las aves canoras y de ornato, se encuentra sujeto a restricciones específicas, quedando prohibida su captura en zonas urbanas y periurbanas, así como en áreas destinadas a la conservación, de conformidad con la normatividad ambiental vigente. Estas restricciones incluyen las áreas que circunscriben la ciudad de La Paz y su zona de influencia ambiental, así como el Proyecto de Reserva de la Biósfera de la Sierra de La Laguna, debido a su relevancia ecológica y biológica.

Considerando la ubicación del proyecto y el marco normativo aplicable, no se identifica la presencia de especies de vertebrados silvestres que sean objeto de aprovechamiento comercial autorizado dentro del área del proyecto, ni se desarrollan actividades legales de captura, transporte o comercialización de fauna silvestre en el sitio. En consecuencia, el proyecto no interfiere ni depende del aprovechamiento comercial de especies de fauna silvestre.

Especies de interés cinegético

El estado de Baja California Sur se encuentra dividido en cuatro Regiones Cinegéticas, siendo la extensión de cada región la correspondiente a cada uno de los municipios del estado. El área donde se localiza el proyecto corresponde a la región cinegética RC-3, la cual comprende al municipio de La Paz, este limita al norte con el municipio de Comondú (RC-2) y al sur con el municipio de Los Cabos (RC-4). En la región correspondiente al municipio de La Paz, se encuentran áreas vedadas a la cacería, una de ellas es el área que comprende la sierra del Mechudo y San Juan de la Costa y la otra, el área triangular que circunscribe la ciudad de La Paz descrita anteriormente, incluyendo a la zona de la Sierra de La Laguna.

El proyecto objeto de este estudio se ubica al sur del municipio de La Paz, en una zona cercana al área de amortiguamiento del Proyecto de Reserva de la Biosfera: Sierra de La Laguna.

Las especies indicadas de interés cinegético consideradas para el Estado, se señalan en el Calendario Cinegético correspondiente a la temporada 1992–1993 (DOF 1992), Tabla 23.

Tabla 23. Especies de Interés Cinegético en el Estado de Baja California Sur (Calendario de épocas hábiles por entidad federativa, temporada 2021-2022)

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	Inicia		Termina	
Codorníz de california	*(Callipepla californica) [antes: (Lophortyx californica)]*	primer viernes de octubre de 202		segundo domingo de febrero de 2022	
Paloma alas blancas y huilota	*(Zenaida asiatica , Zenaida macroura)*	cuarto viernes de septiembre de 2021		primer domingo de febrero de 2022	
Patos y Cercetas	*(Anas clypeata, A. crecca, A. americana, A. strepera, Aythya americana, A. marila, A. affinis, Dendrocygna autumnalis, D*	cuarto viernes de octubre de 2021		cuarto domingo de febrero de 2022	
Conejos del desierto	*(Sylvilagus audubonii)*	tercer viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Conejo matorralero	*(Sylvilagus bachmani)*	tercer viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Liebre cola negra	*(Lepus californicus)*	tercer viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Puma	*(Puma concolor)*	segundo viernes de septiembre de 202		primer domingo de enero de 2022	
Borrego Cimarrón	*(Ovis canadensis weemsi)*	tercer viernes de noviembre de 2021		cuarto domingo de abril de 2022	
Coyote	*(Canis latrans)*	primer viernes de octubre de 2021		primer domingo de enero de 2022	
Gato montés	*(Lynx rufus)*	tercer viernes de noviembre de 2021		primer domingo de enero de 2022	
Mapache	*(Procyon lotor)*	cuarto viernes de octubre de 2021		tercer domingo de febrero de 2022	
Venado bura	*(Odocoileus hemionus)*	UMAS UBICADAS DE LA CD. DE LAS PAZ AL SUR Y MUNICIPIO DE LOS CABOS		UBICADAS AL NORTE DE LA CD. DE LA PAZ Y LOS MUNICIPIOS DE COMONDU, LORETO Y MULEGE	
		INICIA	TERMINA	INICIA	TERMINA

		primer viernes de diciembre 2021	tercer domingo de enero de 2022	primer viernes de enero de 2022	de 2022 tercer domingo de febrero de 2022

Especies amenazadas o en peligro de extinción

De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece las categorías de riesgo para la fauna y flora silvestres de México, en la Región del Cabo se distribuyen diversas especies clasificadas como En Peligro de Extinción (P), Amenazadas (A) o Sujetas a Protección Especial (Pr).

En esta región se registra la presencia de especies pertenecientes a los grupos de reptiles, aves marino-costeras, aves terrestres y mamíferos, cuya conservación es prioritaria. Entre los reptiles destaca *Lichanura trivirgata*, catalogada como Sujeta a Protección Especial. En cuanto a las aves marinas, especies como *Sula nebouxii*, *Sula leucogaster*, *Pandion haliaetus*, *Larus livens* y *Hylocharis xantusii* se encuentran en la categoría de Protección Especial, mientras que *Egretta rufescens*, *Larus heermanni* y *Sternula elegans* están clasificadas como Amenazadas. Entre las especies terrestres, *Hylocharis xantusii* e *Icterus cucullatus* también se encuentran bajo Protección Especial.

Respecto a los mamíferos, el murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*) se encuentra En Peligro de Extinción, mientras que *Leptonycteris yerbabuenae* se clasifica como Amenazada. En el grupo de rapaces, el águila real (*Aquila chrysaetos*) permanece En Peligro de Extinción, y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) se encuentra Sujeto a Protección Especial.

Durante las visitas al sitio se registró la presencia de dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: la chuparrosa de Xantus (*Hylocharis xantusii*) y la calandria palmera (*Icterus cucullatus*), ambas bajo la categoría de Protección Especial (Pr).

VIII.2 Otros anexos

Anexo 3 Interpretación de los resultados (anexo 4):

Anexo 4 Análisis químico del concentrado procesado en la Presa de Jales no.1

Anexo 5 Interpretación de los resultados (anexo 6):

Anexo 6 Análisis químico de los lodos de flotación en la Presa de Jales no.2

Anexo 7 Escritura pública Poder no. 8071 y Acta Constitutiva no. 38909.

Anexo 8 Identificiación de Representante Legal

Anexo 9 Copia del pago de derechos por recepción y evaluación de Manifestación de Impacto Ambiental “Modalidad Particular”

Anexo 10 Declaración bajo protesta de responsable técnico y elaborador de Manifestación de Impacto Ambiental “Modalidad Particular”

Anexo 11 Copia de la Credencial del identificación técnico y elaborador

Anexo 12 Copia de la Cedula Profesional del técnico y elaborador

Anexo 13 Contrato de Cesión de Derechos TEPMIN-MEXXIM

VIII.3 Glosario de términos

Beneficio.- Los Trabajos de preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos.

Lixiviación. - Es el proceso de extracción de los metales preciosos (oro y plata) de su ganga mediante una débil solución de cianuro de sodio o potasio, que los disuelve y son precipitados de tal solución con zinc.

Huracán.- Fenómeno meteorológico con fuertes lluvias y vientos a de diferentes magnitudes.

Lixiviación.- Separación por medio del agua u otro disolvente (una sustancia soluble) de otra insoluble

Planta de beneficio.- Es una instalación metalúrgica en donde las rocas alimentadas con altos contenidos mineralógicos, donde la roca es triturada, molida y flotado; y se obtienen productos finales llamados concentrados ricos en valor económico.

Presa de Jales.- es una estructura de ingeniería diseñada para el almacenamiento seguro de los residuos sólidos y líquidos (jales) que resultan del procesamiento de minerales en la minería.

Anexo. METODOS PARA LA IDENTIFICACION, PREDICCION YEVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES

La representación obtenida no solo resalta los impactos más significativos, sino que también actúa como una herramienta de comunicación eficaz para informar a las partes interesadas sobre las implicaciones ambientales del proyecto, fomentando así practicas sostenibles y responsables.

Una vez evaluados los impactos más relevantes sobre los diversos componentes del ambiente, los cuales se detallan por cada fase y de manera global del proyecto, se realiza la suma de los valores correspondientes a cada una de las características que definen el impacto. El valor de cada impacto se calcula multiplicando la suma de las unidades de relevancia de cada efecto por un coeficiente de ponderación asignado a dicho impacto, según la importancia de los objetivos de planificación del proyecto. Dicho coeficiente de ponderación se asigna a un valor inferior a uno.

Este es el procedimiento común en la evaluación de impactos ambientales en proyectos. Se trata de calcular el "valor del impacto" para cada uno de los impactos identificados durante el análisis ambiental, tomando en cuenta tanto su importancia relativa como su prioridad en los objetivos del proyecto.

Fórmula para su cálculo:

$VIi = \sum ICi * Fpi$

Donde:

VIi = Valor del impacto i, que es el valor final del impacto una vez ponderado

∑ **ICi** = Sumatoria de las unidades de importancia de los impactos i, que representa la magnitud del impacto en términos de su relevancia ambiental. Este valor se obtiene sumando las unidades de importancia asignadas a cada aspecto del impacto ambiental para esa etapa o etapas del proyecto.

Fpi = Es el **factor de peso** del impacto i, el cual refleja la prioridad asignada a ese impacto en función de los objetivos del proyecto. Este factor se asigna a un valor menor que 1, como indicas, lo que significa que no se sobrevaloran los impactos más bajos en importancia.

Este enfoque metodológico es valioso para elaborar una matriz de impactos ponderada, la cual facilita la identificación de los efectos más relevantes para el proyecto, considerando su magnitud e importancia en relación con los objetivos establecidos.

Escala sugerida para el factor de peso (Fpi):

- Fpi = 1: Impacto alto o de gran relevancia para el medio ambiente o la sociedad (por ejemplo, afectación significativa de la calidad del agua o la fauna en peligro de extinción).
- Fpi = 0.8: Impacto moderado, pero aún significativo (por ejemplo, efectos en la calidad del aire o suelos que pueden ser mitigados, pero no completamente evitados).
- Fpi = 0.5: Impacto bajo o transitorio (por ejemplo, ruidos leves o alteraciones temporales en el ambiente).
- Fpi = 0.2: Impacto mínimo o de poca relevancia (por ejemplo, impactos que no son permanentes ni extensos).

Para el caso del proyecto se asignaron actores de peso (Fpi) en un rango de 0 a 0.8**,** en función de la sensibilidad ambiental y relevancia de cada factor, considerando su interacción con las actividades del proyecto:

Con los siguientes resultados:

El valor global del impacto ambiental se obtiene mediante la sumatoria de todos los impactos positivos positivos y negativos:

VIGIA adversos = ∑VI (-) = -4.7 VIGIA adversos = ∑VI (+) = 1.50

El balance de los impactos adversos y beneficos resulta en un impacto global de:

VIGIA= -3.37

Este enfoque metodológico es valioso para elaborar una matriz de impactos ponderada, la cual facilita la identificación de los efectos más relevantes para el proyecto, considerando su magnitud e importancia en relación con los objetivos establecidos.

Con base a los resultados de evaluación podemos concluir que el proyecto presenta impactos ambientales negativos de magnitud de baja a moderada, concentrados principalmente en los cuerpos de agua, el suelo y la salud, asociados a etapas específicas del proceso productivo. No obstante, dichos impactos pueden ser prevenidos y mitigados de manera efectiva mediante una gestión ambiental responsable y el cumplimiento estricto de la normatividad aplicable.

Asimismo, el proyecto genera beneficios socioeconómicos relevantes, particularmente en la generación de empleo y el fortalecimiento de la economía regional, lo que contribuye al bienestar de las comunidades locales.

Cabe destacar que la Etapa 3 del proyecto se enfoca en la recuperación de pasivos ambientales denominados “terreros”, los cuales representan un riesgo potencial para el medio ambiente en caso de permanecer sin manejo. La intervención propuesta permite reducir y controlar dichos riesgos, aportando un beneficio ambiental adicional al promover la remediación y el aprovechamiento responsable de materiales previamente impactados.

En conjunto, el proyecto se considera ambiental y socialmente viable, siempre que se implementen de forma integral las medidas de prevención, mitigación y control ambiental, con especial énfasis en el manejo de jales, reactivos y la protección del recurso hídrico, impulsando un esquema de desarrollo responsable y sostenible.

Conclusiones

Se solicita la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto **“Centro de Procesamiento Responsable Las Flores”**, a desarrollarse en el predio **Demasías de Las Flores**, el cual contempla la ejecución de tres procesos en tres etapas, a

realizarse en distintos momentos, orientados al **reprocesamiento controlado de materiales mineros previamente generados**, con el objetivo de contribuir a la **remediación de pasivos ambientales históricos** existentes en la región.
El proyecto no contempla actividades de explotación minera a cielo abierto o subterránea, ni la apertura de nuevas minas, ni el uso de explosivos, ni la construcción de nuevas obras, limitándose al uso de **infraestructura previamente existente** dentro del sitio Las Flores. Dos de las etapas del proyecto consisten en el **retratamiento de materiales previamente procesados**, actualmente depositados en la **Presa de Jales No. 1**, **Presa de Jales No. 2**, así como en materiales provenientes de **terreros abandonados** localizados dentro del Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, en el estado de Baja California Sur.

El proyecto **Centro de Procesamiento Responsable Las Flores** es ambientalmente viable, toda vez que se desarrolla en áreas previamente impactadas, hace uso de infraestructura existente, y no implica cambio de uso de suelo forestal. La implementación de tecnologías de proceso controladas, junto con infraestructura impermeabilizada y sistemas de manejo ambiental, permite **minimizar los impactos al medio ambiente y garantizar la protección del suelo, agua y aire**.

Los impactos ambientales identificados durante las distintas etapas del proyecto son, en su mayoría, de **baja magnitud, temporales, reversibles y mitigables**, lo que posibilita su adecuada gestión mediante la aplicación de las medidas preventivas y de mitigación propuestas. Destaca un **beneficio ambiental neto**, asociado al reprocesamiento de pasivos ambientales históricos y a la reducción de fuentes activas de contaminación en la región.

Asimismo, el proyecto se localiza **fuera de Áreas Naturales Protegidas y de sus zonas de amortiguamiento**, lo que refuerza su viabilidad ambiental. La integración de prácticas sostenibles y tecnologías ambientalmente compatibles permite que el proyecto se constituya como un **modelo de procesamiento responsable**, alineado con los principios de desarrollo sustentable.

Adicionalmente, el proyecto generará **beneficios sociales y económicos**, tales como la creación de empleos y la reactivación de la economía local en los pueblos mineros

históricos de la región, contribuyendo al bienestar social sin comprometer la integridad ambiental del entorno.

En virtud de lo anterior, se concluye que el proyecto es **ambientalmente viable**, siempre y cuando se dé cumplimiento estricto a las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental propuestas en el presente estudio, así como a las condicionantes que, en su caso, establezcan las autoridades competentes.
La ejecución del proyecto contribuirá de manera directa a la reducción de un pasivo ambiental histórico que ha afectado por más de dos siglos la calidad del agua superficial, de norias y de acuíferos subterráneos en el Distrito Minero El Triunfo–San Antonio, coadyuvando así a los esfuerzos del Gobierno Federal para la protección y restauración del medio ambiente en el estado de Baja California Sur.

Bibliografía

Aida (2024). Lineamientos Básicos para la Evaluación de Impactos Ambientales de Proyectos Mineros.

Gómez Orea *et al* 2013, *Evaluación de Impactos Ambiental.* Madrid España: Mundiprensa. ISBN: 978-8484766438.

Leopold L.B. *et al* 1971, A *procedure for Evaluating Environmental Impact* (U.S. Geological survey Circular 645). U.S.

Sánchez *et al* 2011, *Evaluación de impacto ambiental*: Conceptos y métodos. Bogotá Colombia. Eco e Ediciones ISBN 978-9586487337.

Trejo Castillo L.A. 2015. *Evaluación de Impacto Ambiental.* México. Ecoe Ediciones.

ANEXO 1

Plano de localización y secciones de las presas

ANEXO 2

Presa de jales No. 2

ANEXO 3

Interpretación de resultados muestras de lodos de lixiviación de la presa de jales No. 1

ANEXO 4

Resultados laboratorio resultados muestras de lodos de lixiviación de la presa de jales No. 1

ANEXO 5

Interpretación de resultados de muestras de lodos de flotación de la presa de jales No. 1

ANEXO 6

Resultados laboratorio resultados muestras de lodos de flotación de la presa de jales No. 2

ANEXO 7

Poder Notarial No. 8071 otorgado a Lourdes Sánchez Gallegos y Acta Constitutiva No. 38909 Mexxim SA de CV

ANEXO 8

Identificación de Representante Legal

ANEXO 9

Copia del pago de derechos por recepción y evaluación de Manifestación de Impacto Ambiental “Modalidad Particular”

ANEXO 10

Declaración bajo protesta responsable y elaborador de Manifestación de impacto ambiental modalidad particular

ANEXO 11

Identificación Responsable Técnico Ing. José de Jesús Gómez Hernández

ANEXO 12

Cédula profesional del responsable del estudio y elaboración de la Manifestación de impacto ambiental modalidad particular: Ing. José de Jesús Gómez Hernández

ANEXO 13

Contrato de Cesión de derechos Tepmin y Mexxim