

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE DERECHO Y SOCIEDAD**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS GEOGRÁFICAS EN  
GESTION AMBIENTAL**

**COMPONENTE CARTOGRÁFICO PARA LA LÍNEA BASE EN  
PROYECTOS MINEROS EN EL ECUADOR**

**SEBASTIAN DANIEL ORTIZ BAEZ**

**QUITO-2025**

# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPITULO 1</b> .....   | <b>4</b>  |
| INTRODUCCIÓN.....   | 4         |
| JUSTIFICACION .....   | 7         |
| Pregunta de investigación.....  | 8         |
| Objetivo general.....   | 8         |
| Objetivos específicos.....  | 8         |
| <b>MARCO TEORICO</b> .....  | <b>9</b>  |
| Conceptualización de la Cartografía.....  | 9         |
| 1.1 Definición de cartografía .....   | 9         |
| 1.2 Tipos de cartografía.....   | 9         |
| Cartografía y SIG en Medio Ambiente .....   | 10        |
| 2.1 Sistemas de Información Geográfica .....  | 10        |
| 2.2 Aplicaciones de SIG en Minería .....  | 10        |
| 2.3 Ventajas del uso de la cartografía digital y SIG en proyectos mineros. ....   | 11        |
| Línea base ambiental en proyectos mineros.....  | 12        |
| 3.1 Importancia de la Línea Base Ambiental. ....  | 13        |
| 3.1.1 Línea Base Ambiental .....  | 13        |
| 3.2 Componentes de la Línea Base Ambiental en Ecuador.....  | 14        |
| • Medio físico.....   | 14        |
| • Medio biótico .....   | 14        |
| • Medio socioeconómico y cultural.....  | 15        |
| 4. Componente cartográfico en la Línea Base .....   | 15        |
| 4.1 Rol de la cartografía en la línea base .....  | 15        |
| 4.2 Productos cartográficos requeridos.....   | 15        |
| 4.3 Metodologías cartográficas: uso de drones, sensores remotos, imágenes satelitales,<br>cartografía participativa ..... | 16        |
| Normativa Ambiental Aplicable en Ecuador.....   | 17        |
| Normativa Cartográfica en el Ecuador para Proyectos Mineros .....   | 17        |
| Normativa cartográfica en el Ecuador .....  | 17        |
| Cartografía en proyectos mineros.....   | 18        |
| <b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....   | <b>20</b> |
| Medio Ambiente .....  | 20        |
| Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) .....   | 21        |
| Área de Influencia .....  | 21        |
| Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG).....  | 21        |

|   |           |
|---|-----------|
| Desarrollo Sostenible .....   | 21        |
| Derechos de la Naturaleza .....   | 22        |
| Participación Ciudadana .....   | 22        |
| <b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>  | <b>22</b> |
| Tipo y diseño de investigación.....   | 22        |
| Técnicas e instrumentos.....  | 23        |
| Fuentes de información .....  | 23        |
| Delimitación espacial y temporal .....  | 23        |
| Justificación metodológica .....  | 23        |
| Limitaciones en la aplicación de la normativa .....                                     | 24        |
| <b>CAPÍTULO 2.....</b>  | <b>26</b> |
| Análisis del uso de herramientas geoespaciales en proyectos mineros en el Ecuador ..... | 26        |
| 2.1 Tipo de Información Cartográfica Requerida.....                                     | 26        |
| 2.2 Cartografía del Medio Físico.....   | 28        |
| 2.3. Cartografía del medio biótico.....   | 29        |
| 2.4. Cartografía del medio socioeconómico y cultural. ....                              | 31        |
| 2.5 Formatos técnicos y estándares de calidad .....                                     | 33        |
| 2.6 Tecnología aplicada a la cartografía minera .....                                   | 33        |
| 2.7 Buenas prácticas, tendencias actuales y retos.....                                  | 34        |
| 2.8 Propuestas de mejora. ....  | 34        |
| Retos y Perspectivas.....   | 35        |
| <b>CAPÍTULO 3.....</b>  | <b>36</b> |
| Propuesta para mejorar el uso de mapas en los estudios ambientales de minería .....     | 36        |
| 3.1 Los problemas que hay con los mapas en los estudios ambientales .....               | 36        |
| 3.2 Factores que se puede hacer para mejorar .....                                      | 36        |
| 1. Usar buenas prácticas y seguir las reglas ya existentes .....                        | 37        |
| 2. Usar tecnologías sencillas y útiles.....   | 37        |
| 3. Validar los mapas con visitas al lugar .....   | 37        |
| 4. Incluir la visión de la comunidad en los mapas.....                                  | 38        |
| 5. Trabajar juntos entre instituciones .....  | 38        |
| 3.3 Las mejoras que se lograría con estas propuestas.....                               | 38        |
| Conclusiones: .....   | 39        |
| Recomendaciones: .....  | 40        |

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Ilustración 1</b> MAPA BASE DE LA CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES                      | <b>27</b> |
| <b>Ilustración 2</b> MAPA GEOLOGICO DE LA CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES .....           | <b>29</b> |
| <b>Ilustración 3</b> MAPA DE MUESTREO DE FLORA DE LA CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES..... | <b>30</b> |
| <b>Ilustración 4</b> MAPA DE USO DE SUELO DE LA CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES .....     | <b>32</b> |

## **INDICE DE TABLAS**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabla 1</b> Proceso Metodológico para la Elaboración de la Línea Base Ambiental según el MAATE: ..... | <b>23</b> |
| <b>Tabla 2</b> Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar .....        | <b>28</b> |
| <b>Tabla 3</b> Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar .....        | <b>29</b> |
| <b>Tabla 4</b> Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar .....        | <b>31</b> |
| <b>Tabla 5</b> Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar .....        | <b>33</b> |

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

La minería es uno de los sectores económicos más relevantes del Ecuador, y por lo tanto de los que más potencial de desarrollo nacional ofrece, sin embargo, esta actividad se caracteriza por ser altamente invasiva para el ambiente, como por los efectos negativos que suele tener en las comunidades.

Desde la gestión ambiental que se pueda aplicar a los proyectos mineros requiere de herramientas técnicas sólidas para poder anticipar, prevenir y mitigar dichos efectos. La línea base ambiental, como el diagnóstico inicial del territorio, debe contar con la información precisa, actualizada y espacialmente representada para poder argumentarla. Para ello, el componente cartográfico cobra una importancia estratégica, ya que permite la visualización de variables ambientales, la zonificación de áreas de influencia y la identificación de zonas sensibles.

El objetivo general de esta investigación es analizar cómo el componente cartográfico aporta a la línea base ambiental en los proyectos mineros del Ecuador, tanto en su valor técnico, como en su dimensión normativa y de aplicación. Los objetivos específicos incluyeron: los fundamentos técnico-legales en la elaboración de mapas en los estudios ambientales; las herramientas y tecnologías geoespaciales como los sistemas de información geográfica, drones e imágenes satelitales; y finalmente, la propuesta de pautas técnicas para promover la calidad e integración de la cartografía.

Los métodos utilizados incluyeron un enfoque de calidad con elementos descriptivos y analíticos. La revisión documental consideró la legislación nacional Ecuatoriana Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) y las guías del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) así como estudios ambientales en la minería a través del sistema único de información ambiental, Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). También, se revisaron publicaciones científicas, experiencias de campo y un caso de estudio en “Los Migrantes” Provincia Azuay, Cantón

Ponce Enríquez. Al final se determinaron las propuestas y recomendaciones para la aplicación mejorada del componente cartográfico.

El Plan de Manejo Ambiental - PMA, que ha sido diseñado con base en los impactos reales y potenciales de la exploración y explotación simultánea realizados refiere a especificaciones técnicas y medidas de mitigación, preventivas, de control, de corrección y de compensación de todos aquellos probables impactos al medio ambiental y social.

En general, contiene las directrices que deben dirigir a los elementos y actividades que se ejecutarán en el área minera, razón por la que debe someterse a la toma de decisión de todos los interesados, a fin de evitar conflictos en su ejecución. La medida en que la línea base se usará para evaluar impactos para un plan específico, su alcance y cobertura debe ser adecuada a la naturaleza y alcance de las expectativas de tales y también a las características del medio ambiente en el cual ocurrirán. Por lo tanto, no es indispensable que la línea base para un control contemple todos los probables factores; pero debe tener en cuenta aquellos que son pertinentes y que pueden verse afectados para implementar programas y predecir de manera predeterminada la calidad del área a ser intervenida.

Implica la creación de un componente cartográfico como del PMA, lo cual posibilitaría la visualización, integración y análisis espacial de la información técnica adquirida a cuenta de los estudios técnicos incorporados para la elaboración de este. La cartografía temática y geosocial, generada a través de Sistemas de Información Geográfica SIG, permitiría, entonces, una delimitación de áreas de influencia directa e indirecta, la zonificación de áreas ambientales, la identificación de áreas sensibles y planeamiento de medidas de mitigación. Este componente constituye el marco normativo en el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y se sustenta del Texto Unificado de Legislación Secundaria y la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales, coordinado por el Consejo Nacional de Geoinformación; contar con la constancia en el cumplimiento de dichos estándares es criterio que garantiza la calidad, la interoperabilidad y la utilidad de los datos cartográficos para la toma de

decisiones, principalmente cuando se trate de estudios de impacto territorial como en el caso de los proyectos mineros.

Así, la generación de cartografía especializada no solo complementa la caracterización del medio físico, biótico y socioeconómico, sino que constituye una base crítica para una gestión ambiental responsable, fundamentada en evidencias geoespaciales confiables y actualizadas.

Para fortalecer el desarrollo de esta investigación, se revisaron trabajos académicos en repositorios universitarios que tienen temas relacionados con la cartografía y su aplicación en la gestión ambiental y minera en el Ecuador. A continuación, se destacan algunas investigaciones relevantes:

**1. “Aplicación de SIG para la identificación de zonas de riesgo en áreas mineras del cantón Zaruma”**

Universidad Central del Ecuador – Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente (2019)

Este trabajo el cual usó sistemas de información geográfica para identificar áreas vulnerables en zonas mineras de la sierra sur del país, utilizando mapas de pendiente, fallas geológicas y expansión urbana, a la vez que, reforzó la importancia del análisis espacial en zonas con actividad extractiva, y la necesidad de mapas actualizados para prevenir riesgos.

**2. “Elaboración del componente cartográfico para el estudio de impacto ambiental de la Concesión Minera Colibrí”**

PUCE – Facultad de Ciencias Humanas, Carrera de Geografía, Tesis de grado (2021)

Esta tesis presenta una propuesta metodológica para generar cartografía temática (física, biótica y social) como parte del estudio de impacto ambiental de una concesión minera en la Amazonía ecuatoriana que tiene una aplicación práctica de la cartografía en línea base, enfocada en estándares del MAATE y casos reales.

## JUSTIFICACION

Como se mencionó anteriormente, la minería es una actividad importante en el país, con gran potencial de desarrollo, aunque también genera impactos ambientales y sociales significativos. Por ello, es clave aplicar una gestión ambiental basada en herramientas técnicas sólidas, en este sentido, la generación de información para la línea base ambiental debe incluir información precisa y actualizada del territorio. En este proceso, la cartografía es esencial para visualizar variables, delimitar áreas de influencia y detectar zonas sensibles.

En el Ecuador, el desarrollo de cartografía especializada para la minería en el Ecuador se encuentra normado por un marco general que incluye, por lo menos, el TULSMA, las guías del MAATE y la Informe de Evaluación de Documentos Generales (IEDG), sin embargo, la calidad y consistencia de la información cartográfica tiene varios desafíos a superar, tales como el acceso limitado a bases de datos actualizadas, la diversidad de criterios y niveles técnicos entre consultoras ambientales, y la coordinación interinstitucional. Este panorama justifica la necesidad de realizar una evaluación crítica a la aplicación de los estándares cartográficos en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para proponer mejoras que garanticen una gestión ambiental más eficaz y responsable.

## **Pregunta de investigación**

¿Cómo contribuye el componente cartográfico a la elaboración de la línea base ambiental en los proyectos mineros en el Ecuador, y qué elementos técnicos y normativos deben considerarse para su correcta implementación?

## **Objetivo general**

- Analizar el rol del componente cartográfico en la elaboración de la línea base ambiental para proyectos mineros en el Ecuador, considerando su valor técnico, normativo y aplicado en la planificación y evaluación ambiental.

## **Objetivos específicos**

- **Describir** los fundamentos técnicos y normativos del componente cartográfico aplicado a la línea base ambiental en proyectos mineros en el Ecuador.
- **Analizar** el uso de herramientas geoespaciales (SIG, teledetección, drones) en la elaboración de productos cartográficos para estudios de línea base.
- **Proponer** lineamientos técnicos para mejorar la integración del componente cartográfico en los estudios de impacto ambiental del sector minero.

# MARCO TEORICO

## Conceptualización de la Cartografía

### 1.1 Definición de cartografía

La cartografía es el ámbito que aborda el estudio, diseño, producción y análisis de mapas que representan la superficie terrestre y los fenómenos que en ella se dan.

Para Raisz, (1982), la cartografía es “la ciencia de transmitir datos espaciales por medio de mapas”. El mapa es una representación gráfica con la que se realiza un análisis sobre elementos naturales y culturales del entorno, para brindar herramientas en ámbitos de planificación, seguimiento y toma de decisiones, sobre todo en los campos ambiental y de ordenamiento territorial.

Desde una visión más contemporánea, la cartografía se ha transformado con el desarrollo de tecnologías digitales, permitiendo representar datos espaciales en tiempo real, integrar información multiescalar y generar productos interactivos y analíticos, en apoyo a diversas disciplinas como la geografía, la ecología y la ingeniería ambiental (Longley, 2005).

### 1.2 Tipos de cartografía

La cartografía puede clasificarse en distintos tipos según su función y contenido temático:

- **Cartografía general:** Representa elementos básicos del territorio, como relieve, hidrografía, vías y límites administrativos. Se utiliza como base para otros tipos de mapas.
- **Cartografía temática:** Se centra en representar fenómenos específicos del medio físico, biótico o social, como uso del suelo, zonas de riesgo, biodiversidad o distribución poblacional.
- **Cartografía digital:** Desarrollada mediante SIG, permite el análisis espacial dinámico e interactivo, así como la combinación de múltiples capas de información georreferenciada.

- **Cartografía participativa:** Elabora mapas mediante la colaboración con comunidades locales, integrando saberes tradicionales, percepción territorial y necesidades sociales (Chambers, 2006).
- **Cartografía ambiental:** Es la representación gráfica y espacial de la información ambiental mediante mapas temáticos, elaborados con técnicas de georreferenciación y análisis SIG (Sistemas de Información Geográfica), permite visualizar zonas de riesgo, áreas sensibles y distribución de variables ambientales, y es clave para la planificación de actividades mineras con criterios de sostenibilidad (Geo-X, 2018; Hexagon, 2021).

## **Cartografía y SIG en Medio Ambiente**

### **2.1 Sistemas de Información Geográfica**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas informáticas que permiten la captura, almacenamiento, análisis, gestión y visualización de datos espaciales georreferenciados.

Según Burrough y McDonnell (1998), los SIG representan una revolución en el análisis territorial, al integrar datos espaciales con atributos alfanuméricos y posibilitar análisis multitemporal y multiescalar.

En el ámbito ambiental, los SIG se emplean para analizar patrones de deforestación, fragmentación de hábitats, calidad del agua, cambio climático, entre otros fenómenos. En estudios de impacto ambiental, permiten generar mapas temáticos detallados y modelar escenarios futuros de afectación ambiental (Longley, 2005).

### **2.2 Aplicaciones de SIG en Minería**

En los proyectos mineros, los SIG tienen un uso amplio y estratégico. Entre sus principales aplicaciones destacan:

- Delimitación de áreas de influencia directa e indirecta.

- Elaboración de la línea base ambiental mediante mapas del medio físico, biótico y socioeconómico.
- Modelado del relieve y análisis de pendientes para prevenir deslizamientos y controlar erosión.
- Análisis de riesgo ambiental frente a fuentes hídricas, ecosistemas frágiles o comunidades cercanas.
- Monitoreo ambiental durante las etapas de exploración, explotación y cierre de mina (Pachay, 2018).

Los SIG pueden ser alimentados con datos de sensores remotos, estaciones meteorológicas o de aplicaciones dron que implementan técnicas de mapeo o bien, conectado a bases de datos gubernamentales.

### **2.3 Ventajas del uso de la cartografía digital y SIG en proyectos mineros.**

El uso de cartografía digital y de Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrece múltiples ventajas en proyectos mineros, entre las que se pueden destacar:

- **Precisión y actualización:** La información geográfica puede ser georreferenciada con alta exactitud y actualizada de manera continua mediante imágenes satelitales, drones y sensores remotos, lo cual permite obtener un diagnóstico más confiable del territorio (Burrough & McDonnell, 1998; Hexagon, 2021).
- **Multitemporalidad:** Los SIG permiten comparar información ambiental en diferentes momentos del tiempo, lo que es útil para evaluar cambios en la cobertura vegetal, expansión urbana o la evolución de actividades extractivas (Longley et al., 2005; MAATE, 2022).
- **Toma de decisiones informada:** Los mapas temáticos generados con herramientas SIG apoyan en la selección de sitios para infraestructura, planificación de medidas de mitigación y evaluación de diferentes escenarios antes de la ejecución del proyecto (Geo-X, 2018; Pachay, 2018).

- **Transparencia y participación:** Los productos cartográficos son herramientas útiles para socializar los resultados con comunidades locales y autoridades ambientales, facilitando la consulta previa, la inclusión de saberes locales y la comprensión visual de los posibles impactos (Salazar, 2016; Chambers, 2006).

## **Línea base ambiental en proyectos mineros**

La línea base ambiental constituye el diagnóstico integral del estado del ambiente, previo a la ejecución de un proyecto, plan o programa, su finalidad es describir, analizar y documentar las condiciones existentes del medio físico, biótico y socioeconómico en el área de influencia directa e indirecta de una intervención (Conesa, 2015).

Por su parte, el diagnóstico ambiental es la referencia con la que se definen los impactos significativos, medidas de mitigación o corrección y planes de seguimiento que garanticen la sostenibilidad de las actividades proyectadas.

En el contexto de los estudios de impacto ambiental (EIA), la línea base es uno de los componentes esenciales, ya que permite comprender la dinámica del entorno natural y social, y facilita la toma de decisiones fundamentadas (Toro, 2012).

La calidad de la información compilada en esta sección del EIA es un factor determinante para la precisión y confiabilidad de los impactos evaluados, en particular, los proyectos mineros deben presentar una línea base que permita anticipar los impactos negativos por tratarse de actividades que generan alteraciones en el territorio; en tal sentido, es importante que se cuente con una línea base georreferenciada para identificar áreas frágiles, cuerpos de agua, ecosistemas representativos, infraestructura cercana, área poblada, entre otros aspectos. La cartografía es una herramienta fundamental para el desarrollo de proyectos mineros, ya que mediante ella es posible representar espacialmente variables propias del medio físico, biológico y antrópico.

La cartografía relacionada con un proyecto minero se encuentra sujeta a las disposiciones del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y del TULSMA.

Por lo expuesto, el marco teórico sobre el que se enfoca la presente investigación versa acerca de la relación entre la planificación ambiental minera con la información cartográfica, en consecuencia, la propuesta de evaluación argumenta sobre la calidad con la que debe ser elaborada la cartografía en el tema ambiental; en miras al apoyo a la gestión ambiental preventiva en el Ecuador, en un sector tan crítico como lo es la minería.

A través de la línea base ambiental se logra realizar un diagnóstico que se utiliza como referencia para identificar los posibles impactos ambientales, establecer medidas de mitigación, y planes de monitoreo para las actividades a ejecutarse.

### **3.1 Importancia de la Línea Base Ambiental.**

#### **3.1.1 Línea Base Ambiental**

Es el conjunto de datos cualitativos y cuantitativos que describen el estado actual del ambiente en un área determinada antes de la ejecución de un proyecto. Representa el punto de partida para identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales potenciales.

En el contexto minero, la línea base permite conocer de forma detallada los elementos del medio físico, biótico y socioeconómico que podrían ser afectados, facilitando la formulación de medidas de mitigación, prevención y compensación (Conesa, 2015).

La importancia de la línea base radica en que permite prevenir conflictos socioambientales, al identificar de forma temprana impactos potenciales en las comunidades locales.

Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), la línea base debe integrar criterios de sostenibilidad, equidad intergeneracional, y

derechos colectivos, en armonía con lo establecido en la normativa ambiental nacional.

### **3.2 Componentes de la Línea Base Ambiental en Ecuador**

De acuerdo con el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) y las guías metodológicas del MAATE (2022), la línea base ambiental debe estructurarse en tres componentes fundamentales:

- Medio físico

Este componente incluye la descripción de variables como:

- Geología y geomorfología
- Suelos
- Clima y meteorología
- Hidrología superficial y subterránea
- Calidad del agua, del aire y niveles de ruido

El estudio del medio físico permite comprender los procesos naturales del área de intervención, evaluar riesgos geológicos o climáticos, y definir criterios de manejo para la construcción de infraestructuras o el uso del territorio (MAATE, 2022).

- Medio biótico

Se refiere a la caracterización de:

- Flora y fauna silvestre
- Ecosistemas terrestres y acuáticos
- Áreas protegidas y especies endémicas o amenazadas

En Ecuador, dada su condición de país megadiverso, este componente exige un enfoque técnico especializado y criterios de conservación, la información debe estar respaldada por inventarios biológicos, monitoreo de campo y fuentes científicas reconocidas (Reyes-Puig, 2021).

- Medio socioeconómico y cultural

Incluye variables como:

- Dinámica poblacional
- Actividades económicas y usos del suelo
- Condiciones de salud y educación
- Patrimonio cultural y arqueológico
- Percepción social del proyecto

Este componente incorpora enfoques participativos, con énfasis en la inclusión de comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas, garantizando el derecho a la consulta previa, libre e informada, en cumplimiento de estándares internacionales (CIDH, 2013).

## **4. Componente cartográfico en la Línea Base**

### **4.1 Rol de la cartografía en la línea base**

La cartografía es fundamental en la elaboración de la línea base ambiental ya que es una herramienta visual y espacial donde se plasman los elementos del medio físico, biótico y socioeconómico del área de influencia del proyecto. Por medio de la cartografía se hace un diagnóstico de las áreas de riesgo, ecosistemas frágiles, cuerpos de agua, población vulnerable, la infraestructura existente y los conflictos territoriales.

### **4.2 Productos cartográficos requeridos**

Los principales productos cartográficos exigidos por el MAATE en estudios de impacto ambiental para minería incluyen:

- Mapa base: Con topografía, red vial, hidrografía, límites políticos y uso del suelo.
- Mapas del medio físico: Geología, geomorfología, suelos, clima, hidrología y calidad ambiental.
- Mapas del medio biótico: Cobertura vegetal, distribución de especies, corredores ecológicos, áreas protegidas.
- Mapas del medio socioeconómico: Población, infraestructura, actividades productivas, patrimonio cultural.
- Mapas de zonificación ambiental: Áreas sensibles, zonas de amortiguamiento, accesibilidad y riesgos.

Estos mapas deben cumplir con escalas entre 1:25.000 y 1:5.000, tener coordenadas oficiales (UTM o WGS84), e incluir simbología estandarizada y metadatos completos (CONAGE, 2020).

#### **4.3 Metodologías cartográficas: uso de drones, sensores remotos, imágenes satelitales, cartografía participativa.**

La elaboración de productos cartográficos para la línea base se puede emplear diversas metodologías, entre ellas se destacan:

- Drones: Permiten vuelos fotogramétricos de alta resolución para generar ortofotos actualizadas y modelos digitales del terreno. Son útiles en zonas de difícil acceso.
- Sensores remotos: Usan imágenes multiespectrales (Sentinel, Landsat, PlanetScope) para analizar coberturas vegetales, cuerpos de agua, cambios en el uso del suelo.
- Imágenes satelitales: Aportan información multitemporal y a gran escala, fundamental para la planificación y seguimiento ambiental.
- Cartografía participativa: Involucra a comunidades locales en la generación de mapas sociales y culturales, fortaleciendo la consulta previa, la transparencia y la justicia ambiental.  
(Salazar, 2016; Chambers, 2006).

## **Normativa Ambiental Aplicable en Ecuador**

La elaboración de la línea base ambiental en Ecuador está enmarcada en un sólido cuerpo legal e institucional, entre los que destacan:

- Constitución del Ecuador (2008) – Reconoce los derechos de la naturaleza, el derecho a un ambiente sano y el principio de precaución ambiental.
- Ley Orgánica de Prevención y Control Ambiental – Regula los instrumentos de gestión ambiental en el país.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del MAATE (TULSMA) – Define los procedimientos para estudios de impacto ambiental y elaboración de líneas base.
- Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) – Plataforma oficial para la tramitación de permisos ambientales.
- Convenio 169 de la OIT y normas internacionales – Reconocen el derecho a la consulta previa para pueblos indígenas y tribales.

## **Normativa Cartográfica en el Ecuador para Proyectos Mineros**

La cartografía ambiental es uno de los métodos más importantes para planificación y gestión de problemas ambientales en proyectos extractivos, el rol es especialmente importante en países con alta fragilidad ecológica y biodiversidad como Ecuador, pues en muchos casos es la única manera de establecer las estadísticas de base adecuadas para estudios de impacto ambiental, permite visualizar la distribución de problemas en el territorio, revela las fuentes de amenazas, permite planificar y obtener las soluciones más efectivas; este capítulo proporciona un panorama general del marco regulador del país, las limitaciones y su aplicación específica en los proyectos mineros.

## **Normativa cartográfica en el Ecuador**

En Ecuador se ha desarrollado una infraestructura legal y técnica que regula la producción y uso de la información geoespacial. La Infraestructura Ecuatoriana

de Datos Geoespaciales (IEDG), coordinada por el Consejo Nacional de Geoinformación (CONAGE), cuyo organismo es el encargado de garantizar la interoperabilidad y calidad de los datos cartográficos a nivel nacional, esta entidad promueve el uso de estándares abiertos, como los del Open Geospatial Consortium (OGC), fomentando el acceso a datos espaciales actualizados y estandarizados (CONAGE, 2020).

Uno de los marcos normativos más relevantes es el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (TULSMA), el cual establece los procedimientos y requisitos técnicos para la elaboración de estudios de impacto ambiental y, por ende, para la generación de la línea base. Este texto detalla que la cartografía debe:

- Incluir metadatos estandarizados;
- Estar georreferenciada a sistemas de coordenadas oficiales;
- Emplear escalas apropiadas al nivel de intervención del proyecto generalmente se utilizan entre 1:25.000 y 1:5.000
- Cumplir con las guías metodológicas emitidas por el MAATE (MAATE, 2022).

La Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental del MAATE, en 2022, por su parte relaciona directamente los componentes de la línea base con la manera de cartografiarlo; por lo tanto, el contenido de los mapas temáticos establece que los componentes de la línea base sean cartografiados de manera espacial.

### **Cartografía en proyectos mineros.**

Los proyectos mineros necesitan una planificación extensa porque tienen un impacto-significativo en los ecosistemas, la vida social y económica, entre otros. La cartografía especial es esencial, pues permite encontrar áreas sensibles y planificar actividad de mitigación adecuada, delimitar áreas de influencia directa e indirecta.

La cartografía en el contexto minero se centra principalmente en la representación del entorno biofísico como se describe a continuación:

1. Mapas del medio físico: topografía, geología, suelos, cuerpos de agua, riesgos geológicos; estos mapas permiten entender la morfología del terreno, la susceptibilidad a procesos erosivos, y la calidad de los recursos hídricos (Pachay, 2018).
2. Mapas del medio biótico: distribución de ecosistemas, corredores ecológicos, presencia de especies endémicas o en peligro de extinción; estos mapas son esenciales en un país mega diverso como Ecuador, donde se debe garantizar la protección de áreas prioritarias para la conservación (Reyes-Puig et al., 2021).
3. Mapas del medio socioeconómico y cultural: distribución poblacional, uso del suelo, infraestructura, patrimonio cultural, permiten prever impactos sobre comunidades locales y planificar estrategias de consulta previa e inclusión (CIDH, 2013).

Estas herramientas también permiten el monitoreo de los cambios en el territorio, facilitando la gestión de los proyectos mineros.

A continuación, se nombran tres referentes de la Geografía que destacan temas como el espacio geográfico, el poder de los mapas y la geografía para las personas.

#### a) **Milton Santos y el espacio como un sistema**

Milton Santos, un reconocido geógrafo brasileño, propuso que el espacio geográfico no es solo el lugar donde ocurren las cosas, sino un sistema que combina objetos físicos (como carreteras, ríos o edificios) con las acciones humanas (como la agricultura, la minería o el comercio). Esta idea es muy útil porque permite entender cómo los proyectos mineros modifican el entorno y cómo la cartografía puede mostrar esos cambios de forma clara (Santos, 2000).

La cartografía, entonces, no es solo un dibujo del terreno, sino una forma de explicar cómo se organiza el espacio, qué recursos existen, qué riesgos pueden aparecer y cómo las personas interactúan con su entorno.

#### **b) David Harvey y el poder de los mapas**

David Harvey, un geógrafo inglés, explica que los mapas no son neutrales, es decir, no muestran la realidad tal como es, sino que reflejan una manera de ver el mundo. Por ejemplo, un mapa puede destacar ciertas zonas y ocultar otras, o mostrar lo que le interesa a una empresa o al gobierno. Por eso, Harvey dice que la cartografía es también una herramienta de poder (Harvey, 1996).

Esto nos hace pensar que, cuando se elabora la línea base de un proyecto minero, es importante que los mapas sean claros, completos y justos, y que incluyan no solo lo físico, sino también a las personas que viven en el territorio.

#### **c) William Bunge y la geografía para las personas**

William Bunge, un geógrafo estadounidense, propuso lo que él llamó geografía radical. Este autor afirmó que los mapas deben servir para mejorar la vida de la gente, no solo para proyectos técnicos o económicos. Por eso, defendía la cartografía participativa, en la que las comunidades pueden opinar sobre su territorio, decir qué les preocupa y qué valoran.

Este enfoque es muy útil en el caso de la minería en Ecuador, porque muchas veces estas actividades ocurren en zonas rurales o indígenas donde la gente no siempre tiene voz. La cartografía, en este sentido, puede ser una herramienta para incluir sus perspectivas en los estudios ambientales (Bunge, 1971).

## **MARCO CONCEPTUAL**

### **Medio Ambiente**

Es el sistema dinámico formado por componentes naturales, sociales, económicos y culturales que interactúan entre sí y con el ser humano. Incluye el medio físico (suelo, aire, agua), el medio biótico (flora y fauna) y el medio

antrópico (actividades humanas, usos del suelo, cultura y economía) (MAATE, 2022).

### **Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

Es un instrumento técnico y legal para la gestión ambiental, su objetivo es identificar, prevenir, mitigar y monitorear los efectos que una obra o actividad puede generar en el entorno. La elaboración de una línea base ambiental constituye uno de sus elementos clave, ya que sobre ella se proyectan los impactos y se definen las estrategias de manejo ambiental (Toro, 2012).

### **Área de Influencia**

Se refiere al espacio geográfico que puede verse afectado por un proyecto, se divide en área de influencia directa (AID), donde se localizan las acciones físicas del proyecto, y área de influencia indirecta (AII), donde los impactos pueden generarse sin intervención directa, como ruidos, migraciones, o cambios sociales y económicos (Conesa, 2015).

### **Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG)**

Es el conjunto de normas, tecnologías y políticas que regulan la producción, uso e intercambio de información geoespacial en Ecuador, su desarrollo está coordinado por el Consejo Nacional de Geo información (CONAGE) y garantiza que la información cartográfica cumpla estándares de calidad, interoperabilidad y utilidad en procesos como la evaluación ambiental (CONAGE, 2020).

### **Desarrollo Sostenible**

Es el modelo que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, en el ámbito minero, implica un uso racional de los recursos, con respeto a los límites ecológicos y con responsabilidad social, la línea base ambiental es una herramienta clave para alcanzar este objetivo (Reyes-Puig et al., 2021).

## **Derechos de la Naturaleza**

Consagrados en la Constitución del Ecuador (2008), reconocen a la naturaleza como sujeto de derechos, estableciendo su restauración, conservación y regeneración como deberes del Estado y la sociedad (Bravo, 2022; Constitución del Ecuador, 2008).

## **Participación Ciudadana**

Es el derecho de las personas y comunidades a intervenir en la toma de decisiones sobre proyectos que afecten su entorno. En Ecuador, se garantiza mediante consultas y socialización previa, libre e informada, especialmente en pueblos y nacionalidades indígenas, en cumplimiento del Convenio 169 de la OIT (CIDH, 2013).

## **MARCO METODOLÓGICO**

La presente investigación es de enfoque cualitativo con elementos cuantitativos, de tipo descriptivo y analítico, cuyo propósito es identificar y evaluar cuáles son los estándares e indicadores de calidad de la información cartográfica que se utiliza en la elaboración de una línea base ambiental en proyectos mineros en Ecuador.

### **Tipo y diseño de investigación.**

Se trata de una investigación documental y exploratoria, en la medida en que esta se centra en recopilar, analizar y contrastar” normativas, guías técnicas, bases de datos cartográficas y casos reales de estudios de impacto ambiental aprobados por el MAATE.

También se emplean herramientas de geo procesamiento que permiten hacer una reflexión crítica entorno a la calidad y aplicabilidad de la cartografía en los contextos mineros.

## Técnicas e instrumentos

- Revisión bibliográfica y documental: Se consultó fuentes oficiales como el TULSMA, las guías del MAATE (2022), publicaciones académicas y documentos técnicos de proyectos mineros.
- Análisis cartográfico: Se evaluó la cartografía temática presente en estudios ambientales usando criterios como escala, resolución, cobertura, actualización y compatibilidad con la IEDG.

## Fuentes de información

- Normativa nacional (TULSMA, MAATE, Constitución del Ecuador, Ley de Minería).
- Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG) y los servicios de CONAGE.
- Estudios de impacto ambiental reales disponibles en el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).
- Artículos científicos, tesis y publicaciones especializadas.

## Delimitación espacial y temporal

Este análisis se fundamenta en el contexto legal y técnico del Ecuador, tomando como fuente el material de hace 5 a 10 años con relación a la normatividad actual; cubre varias regiones representativas y no una provincia específica.

## Justificación metodológica.

Este enfoque sistemático permite una valoración holística de la generación y aplicación de la información cartográfica en la minería, aportando y confrontando la normatividad con la realidad y ofreciendo una justificación técnica y geográfica de las propuestas de mejora.

### ***Tabla 1 Proceso Metodológico para la Elaboración de la Línea Base Ambiental según el MAATE:***

| Etapa | Descripción |
|-------|-------------|
|-------|-------------|

|  |  |
|--|--|
| 1. Levantamiento de información secundaria       | Revisión de estudios previos, bases de datos oficiales, investigaciones académicas, imágenes satelitales y normativa vigente.                          |
| 2. Trabajo de campo                              | Recolección de información primaria mediante muestreos biológicos, monitoreos ambientales, entrevistas, encuestas y observación directa.               |
| 3. Procesamiento y análisis de datos             | Uso de herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), análisis estadístico y modelos predictivos para interpretar los datos recolectados. |
| 4. Elaboración de mapas y zonificación ambiental | Generación de cartografía temática para identificar zonas de influencia directa e indirecta, áreas sensibles y corredores ecológicos.                  |

Fuente: MAATE, 2022

### Limitaciones en la aplicación de la normativa

Aunque es evidente que el marco legislativo es sólido, la aplicación práctica de la cartografía ambiental tiene ciertos desafíos:

1. Falta de acceso a información actualizada: Muchos de los mapas base disponibles en plataformas oficiales no reflejan los cambios recientes en el uso del suelo, cobertura vegetal o expansión urbana, esto obliga a las consultoras a generar sus propios datos, con altos costos asociados (Martínez & Ramírez, 2017).
2. Disparidad técnica entre consultoras: La calidad de los productos cartográficos varía significativamente según los recursos y conocimientos del equipo técnico, esto puede generar inconsistencias metodológicas en los EIA (Geo-X, 2018).
3. Retos logísticos en zonas remotas: La falta de conectividad, la geografía compleja y la escasa presencia institucional en áreas rurales o selváticas dificultan la recolección de datos precisos y la actualización cartográfica (González, 2020).

4. *Débil coordinación interinstitucional:* La ausencia de protocolos claros para compartir y validar datos entre entidades públicas y privadas limita la eficiencia de la IEDG y genera duplicidades o vacíos de información (Bravo, 2022).

Superar estas limitaciones requiere fortalecer la capacitación técnica, garantizar el acceso abierto a bases de datos oficiales y promover estándares comunes para la elaboración de cartografía ambiental.

# CAPÍTULO 2

## **Análisis del uso de herramientas geoespaciales en proyectos mineros en el Ecuador**

La elaboración de la línea base ambiental para proyectos mineros, necesita una base técnica y un nivel de detalle robusto, especialmente en los datos cartográficos y su representación, para lo cual se utiliza los SIG, esta herramienta permite representar de manera visual y analítica los componentes del medio físico, biótico y socioeconómico. Los SIG constituyen un apoyo para la generación de la línea base en donde se puede determinar áreas vulnerables, planificar medidas de mitigación y monitorear impactos. La cartografía ~~no~~es también actúa como un instrumento de gestión territorial en países con alta complejidad ecológica y social como el Ecuador.

En este capítulo, se analiza el tipo de información cartográfica requerida en proyectos mineros, su clasificación por componente ambiental, los formatos técnicos requeridos, así como los desafíos y avances tecnológicos relacionados. Además, se proponen recomendaciones para mejorar la calidad de estos documentos y para integrarlos de manera efectiva en los estudios de impacto ambiental.

Para ejemplificar se ha tomado en cuenta la cartografía generada dentro del Proyecto de la Concesión minera Los Migrantes. Y se generó una tabla mencionando lo que se cumplió de acuerdo a la normativa del MAATE y lo que debió mejorarse. También, si bien es cierto se generaron todos los mapas que solicita esta instancia para la aprobación de proyectos mineros, se escogieron solo uno de ellos como ejemplo para cada componente.

### **2.1 Tipo de Información Cartográfica Requerida**

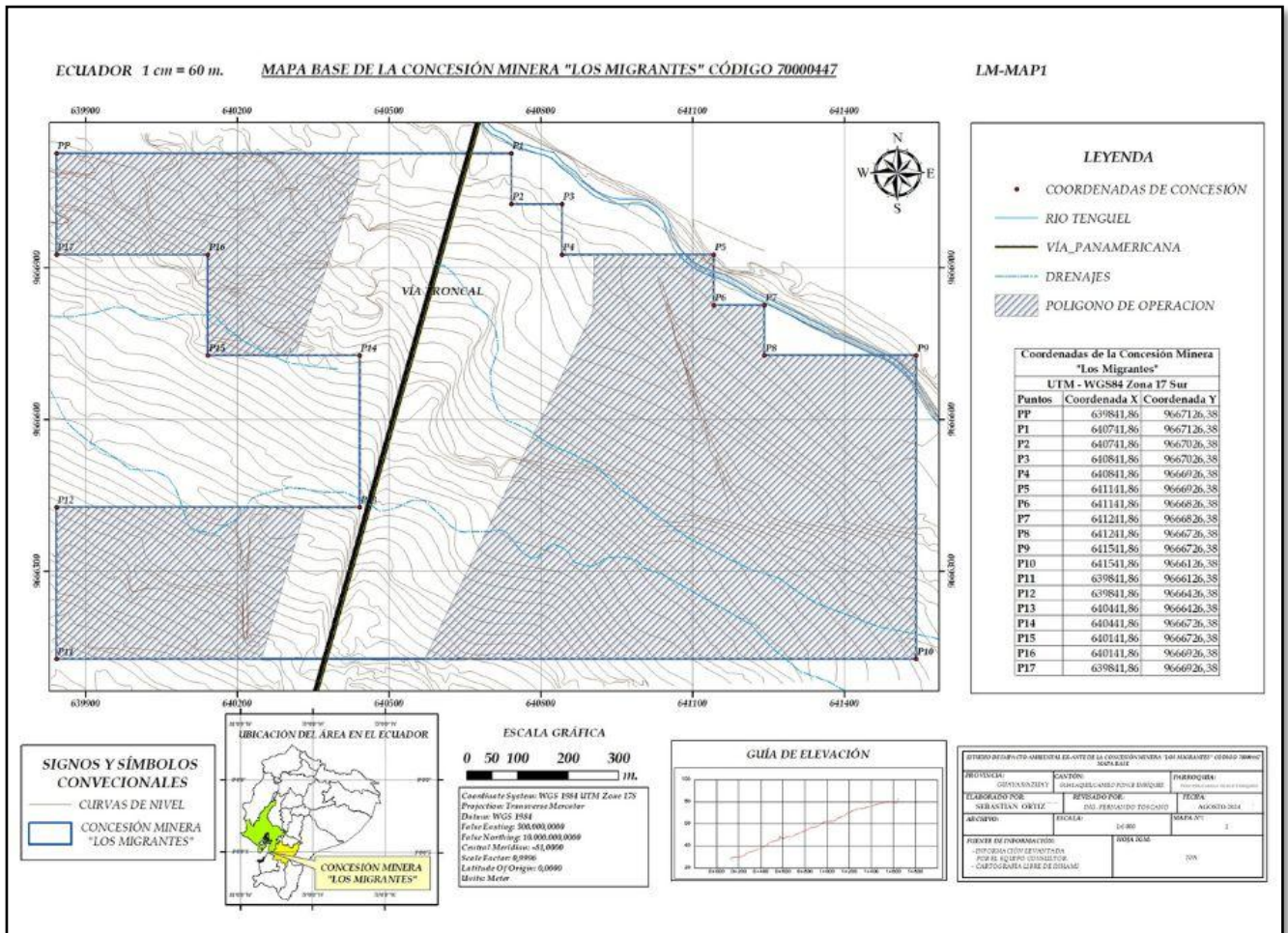
La información cartográfica empleada en proyectos mineros debe ser georreferenciada, actualizada, detallada y compatible con los estándares definidos por la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales (IEDG) y el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Entre los principales tipos de información cartográfica se incluyen:

- Mapas base topográficos a escalas detalladas (1:25.000 o 1:5.000).

- Mapas temáticos por componente ambiental (físico, biótico, socioeconómico).
- Modelos digitales de elevación (DEM) y pendientes.
- Mapas de cobertura y uso del suelo.
- Mapas de zonificación ambiental.
- Cartografía histórica y multitemporal.
- Mapas de accesibilidad y conectividad.

Esta información se genera mediante herramientas como Sistemas de Información Geográfica (SIG), imágenes satelitales, fotogrametría con drones, y sensores remotos multiespectrales (Hexagon, 2021).

### Ilustración 1 MAPA BASE DE LA CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES



FUENTE: CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES AÑO 2022

Elaboración propia

**Tabla 2 Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar del mapa base**

| <b>Aspectos positivos según la guía del MAATE</b> | <b>Aspectos por mejorar según la guía</b>               |
|---|---|
| Escala adecuada (1:25.000 o 1:5.000).             | No se menciona si tiene metadatos completos.            |
| Incluye relieve, cuerpos de agua y red vial       | No se detalla si está georreferenciado con WGS84 o UTM. |
| Incluye los datos base para los siguientes mapas  | Puede faltar simbología normalizada del MAATE           |
|   | Hay algunas faltas de tipeo                             |

## 2.2 Cartografía del Medio Físico

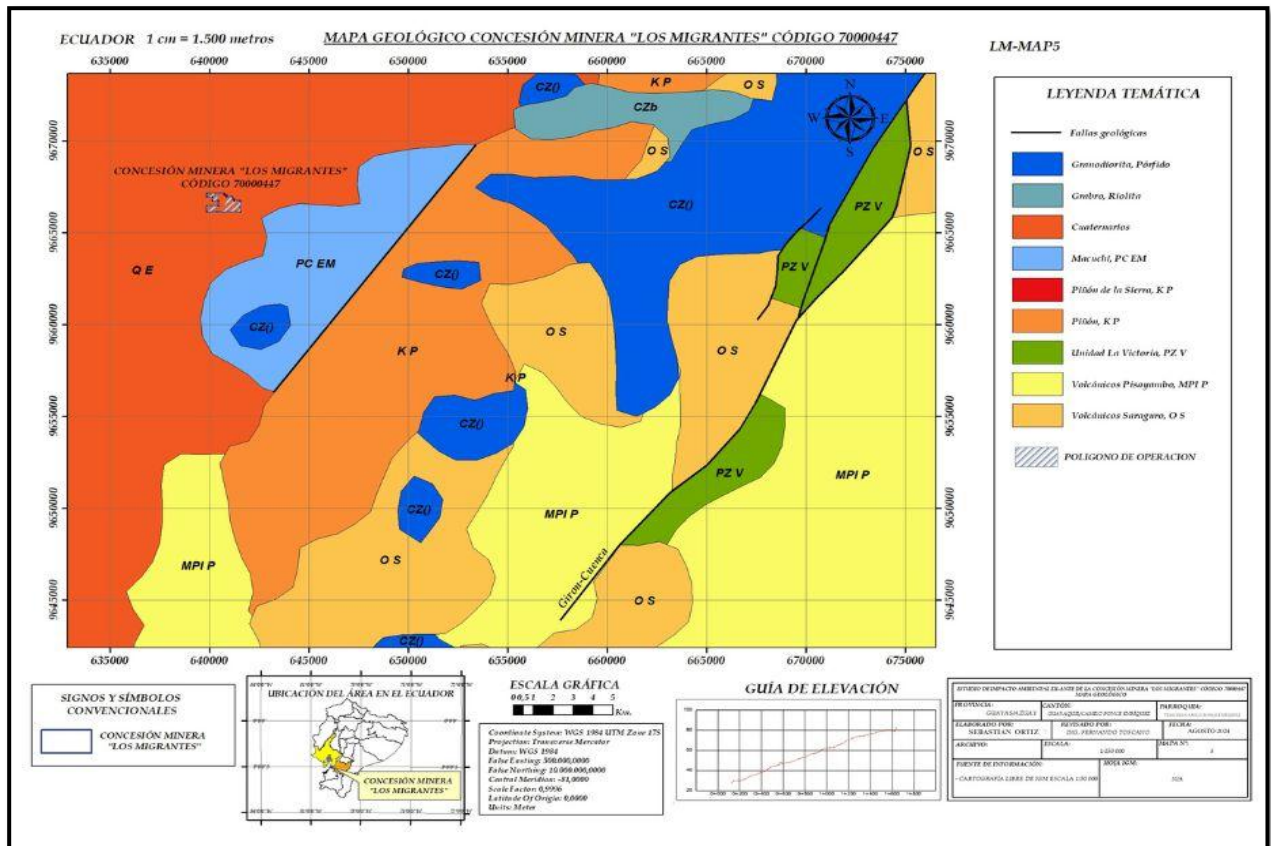
El medio impone la naturaleza a las actividades humanas, constituye la base de aquellas; en los estudios que tienen relación con el ambiente para la minería se incluye, entre otros, la cartografía del medio físico.

La cartografía del medio incluiría los siguientes:

- La topografía y geología: análisis de la pendiente, las zonas de erosión y escurrimiento superficial y otras están elaboradas a partir de modelos digitales de elevación y curvas de nivel, identificando fallas, tipos de roca, suelos y estructuras tectónicas.
- Hidrología superficial y subterránea: expedición de ríos, cuencas, acuíferos, escorrentía y zonas de recarga hídrica;
- Calidad del aire, del agua y ruido: zonas de influencia y áreas afectadas por las emisiones, las estaciones de monitoreo.

Estos mapas permiten prever riesgos geológicos (deslizamientos, hundimientos), calcular afectaciones al recurso hídrico y diseñar obras de control ambiental (Pachay, 2018; MAATE, 2022).

## Ilustración 2 MAPA GEOLOGICO DE LA CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES



FUENTE: CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES AÑO 2022

Tabla 3 Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar del mapa geologico

| Aspectos positivos según la guía del MAATE           | Aspectos por mejorar según la guía              |
|--|---|
| Incluye geología, pendientes, estructuras y erosión. | No indica validación en campo con GPS o drones. |
| Utiliza modelos digitales de elevación.              | No se especifican fuentes ni fechas.            |

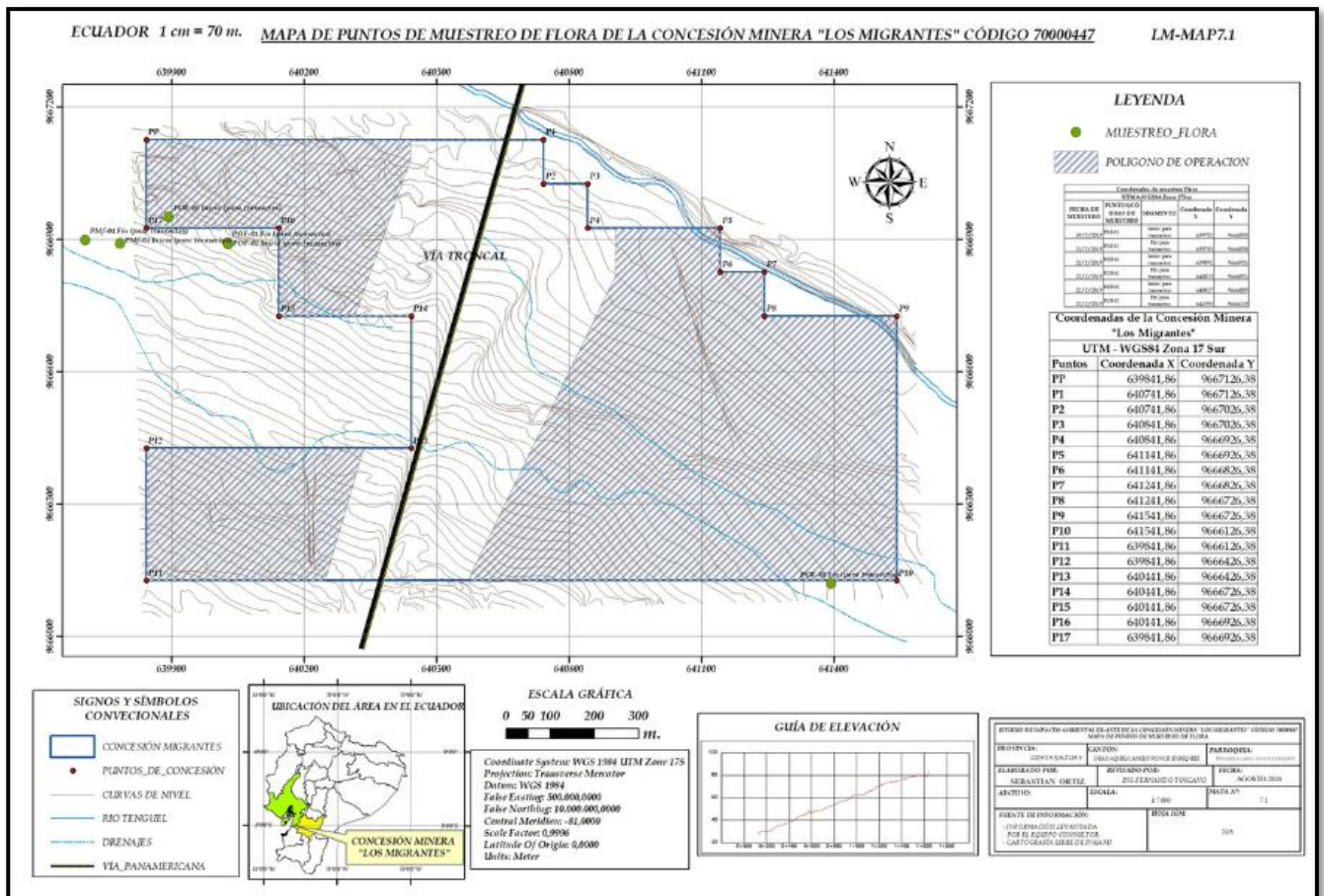
### 2.3. Cartografía del medio biótico

El medio biótico comprende la flora, fauna y ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, la cartografía en este componente permite identificar zonas de alta sensibilidad ecológica, se incluyen:

- Mapas de vegetación y coberturas naturales: permiten reconocer bosques, páramos, manglares u otros ecosistemas prioritarios.
- Distribución de especies: especialmente aquellas endémicas, amenazadas o protegidas.
- Corredores biológicos y conectividad ecológica: análisis espacial de la continuidad entre hábitats.
- Áreas protegidas y zonas buffer: delimitación de parques nacionales, reservas ecológicas, y zonas de amortiguamiento.

La información debe basarse en inventarios biológicos, censos de fauna, y análisis de imágenes satelitales validadas con trabajo de campo (Reyes-Puig et al., 2021).

### **Ilustración 3. MAPA DE MUESTREO DE FLORA DE LA CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES**



FUENTE: CONCESIÓN MINERA LOS MIGRANTES AÑO 2022

Tabla 4 Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar del mapa del muestreo de flora

| Aspectos positivos según la guía del MAATE | Aspectos por mejorar según la guía                              |
|--|---|
| Representa ecosistemas prioritarios.       | No se detalla si se usaron inventarios biológicos actualizados. |
| Muestra distribución de especies.          | Podría incluir conectividad ecológica (corredores biológicos).  |

## 2.4. Cartografía del medio socioeconómico y cultural.



**Tabla 5 Tabla de comparación de aspectos positivos y aspectos negativos para mejorar del mapa de uso de suelo**

| <b>Aspectos positivos según la guía del MAATE</b>               | <b>Aspectos por mejorar según la guía</b>              |
|---|--|
| Presenta zonas pobladas, usos del suelo e infraestructura.      | No se menciona si se utilizó simbología del MAATE.     |
| Apoya en consulta previa e identificación de impactos sociales. | No se detalla validación comunitaria ni fecha de datos |

## 2.5 Formatos técnicos y estándares de calidad

La cartografía utilizada en estudios de impacto ambiental debe cumplir requisitos técnicos específicos definidos en las guías del MAATE y por la IEDG:

- Escala adecuada al nivel de intervención (1:25.000 a 1:5.000).
- Sistema de coordenadas oficial: WGS84 o UTM, zona 17 o 18N.
- Formatos editables (.shp, .dwg, .kml, .tif).
- Metadatos: fuente, autor, fecha de elaboración, proyección, resolución, etc.
- Compatibilidad con el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).

El uso de simbología estandarizada y mapas legibles es esencial para garantizar la interpretación técnica por parte de las autoridades evaluadoras (MAATE, 2022; CONAGE, 2020).

## 2.6 Tecnología aplicada a la cartografía minera

Las tecnologías actuales han transformado la forma en que se elabora cartografía en minería, entre las más utilizadas están:

- Sistemas de Información Geográfica (SIG): permiten combinar múltiples capas de información.
- Imágenes satelitales de alta resolución (Sentinel, Landsat, PlanetScope).

- Drones: permiten vuelos fotogramétricos y generación de ortofotos actualizadas.
- LIDAR: escaneo láser para capturar detalles topográficos precisos.
- Plataformas en la nube: como ArcGIS Online o Google Earth Engine para análisis multitemporal.

## **2.7 Buenas prácticas, tendencias actuales y retos.**

Se deben utilizar y consolidar prácticas en mejora de la calidad de tal cartografía de líneas base, entre estas podemos mencionar:

- La presentación de metadatos que especifiquen la fuente, escala, proyección, y fecha de toda cartografía de la línea base.
- La presentación de simbología uniforme que cumpla con los lineamientos del MAATE y simplifique la interpretación de autoridades, comunidades y técnicos.
- La presentación de fuentes de multitemporalidad para evidenciar cambios en el ambiente que hayan ocurrido previo a la ejecución del proyecto.
- La georreferenciación de la información mediante validación directa en campo, con apoyo de GPS y drones.

Por otro lado, cada mapa debe tener su interpretación técnica del origen para explicar la relevancia en términos del proyecto y así ayudar a los evaluadores a comprender de qué manera los datos espaciales coincide con los impactos ambientales y sociales previstos.

## **2.8 Propuestas de mejora.**

Para solucionar los problemas anteriores, tenemos varias propuestas

1. Implementar sistemas de monitoreo continuo con sensores remotos.
2. Fomentar el uso de cartografía participativa con participación de la comunidad
3. Capacitar al personal técnico en el uso de SIG y herramientas geoespaciales.

## **Retos y Perspectivas**

A medida que la actividad minera se expanda por el Ecuador, la necesidad de disponer de cartografía ambiental de alta calidad se volverá más inmediata, entre los problemas actuales, vale la pena mencionar la falta de digitalización de la información territorial y la poca validación de los datos geográficos por parte de las comunidades locales, en cuanto a las perspectivas futuras, los estudios de impacto ambiental deberían incluir innovaciones como:

- Drones para monitorear áreas inaccesibles.
- Modelos de elevación digital para evaluar la escorrentía superficial.
- Sensores remotos multiespectrales para identificar cambios en la cobertura vegetal.
- Plataformas de denuncia ciudadana georreferenciada.

Si bien es cierto mejorar la calidad de la cartografía es importante para un adecuado diagnóstico de las líneas base, también debería asociarse a una gestión minera más responsable y sin perder de vista la sostenibilidad, la participación ciudadana y derechos de la naturaleza.

# CAPÍTULO 3

## Propuesta para mejorar el uso de mapas en los estudios ambientales de minería

Los mapas son herramientas fundamentales para conocer cómo es un territorio antes de que se inicie un proyecto minero. Permiten ver qué zonas son frágiles, dónde viven las personas, por dónde pasan los ríos o qué tipo de vegetación hay. Sin embargo, en muchos estudios de impacto ambiental en el Ecuador, los mapas que se presentan no siempre cumplen con la calidad necesaria a veces están desactualizados, tienen errores o no reflejan la realidad vivida por las comunidades.

### 3.1 Los problemas que hay con los mapas en los estudios ambientales

A pesar de que existen normas que indican cómo deben hacerse los mapas, en la práctica se presentan varios problemas. Algunos de los más comunes son:

1. Diferencias de calidad entre estudios. Algunas empresas hacen mapas muy completos, pero otras presentan mapas poco detallados o mal hechos (Geo-X, 2018).
2. Falta de datos actualizados. En ciertas zonas del país no hay buena información reciente, lo que obliga a usar mapas antiguos (Martínez & Ramírez, 2017).
3. Poco trabajo en campo. Muchas veces no se comprueba si lo que aparece en los mapas corresponde a la realidad, lo cual genera errores (González, 2020).
4. Poca participación de la comunidad. Los mapas sociales, que muestran cómo las personas ven y usan su territorio, casi no se incluyen (Salazar, 2016).
5. Falta de coordinación entre instituciones. No siempre se comparten los datos, lo que genera información repetida o incompleta (Bravo, 2022).

### 3.2 Factores que se puede hacer para mejorar

Aquí se presentan algunas propuestas prácticas y realistas para que el componente cartográfico en los estudios ambientales mineros mejore su calidad y utilidad.

### **1. Usar buenas prácticas y seguir las reglas ya existentes**

- Seguir los lineamientos del Ministerio del Ambiente (MAATE) y del sistema de datos geográficos del país (IEDG) para que todos los mapas usen escalas, símbolos y formatos similares (CONAGE, 2020).
- Asegurarse de que cada mapa tenga su ficha técnica: quién lo hizo, con qué información, cuándo y cómo fue validado (MAATE, 2022).
- Incluir mapas comparativos en el tiempo, para ver cómo ha cambiado el lugar antes del proyecto. Por ejemplo, si se ha perdido bosque o ha crecido la ciudad (Hexagon, 2021).

### **2. Usar tecnologías sencillas y útiles**

- Aprovechar herramientas como Google Earth, QGIS, imágenes satelitales gratuitas y drones para hacer mapas más detallados y actuales (Burrough & McDonnell, 1998).
- Capacitar al personal de campo en programas básicos de mapas y manejo de GPS, sin necesidad de ser expertos.
- Pedir apoyo a universidades o centros técnicos si la empresa o institución no cuenta con recursos.

### **3. Validar los mapas con visitas al lugar**

- Todos los mapas deben ser comprobados en terreno, con fotos, coordenadas GPS y apoyo de guías locales.
- Es importante incluir personas de las comunidades en estas visitas, ya que ellas conocen bien el territorio.

- También se puede usar la información que las comunidades ya tienen, como mapas comunales o croquis de zonas sagradas o productivas.

#### **4. Incluir la visión de la comunidad en los mapas**

- Realizar talleres participativos donde los habitantes dibujen sus propios mapas: caminos, ríos, lugares importantes, sitios de valor espiritual o cultural (Chambers, 2006).
- Estos mapas pueden complementar los técnicos y ayudar a identificar conflictos o lugares sensibles que no aparecen en los mapas oficiales (CIDH, 2013).
- A través de estos ejercicios, se fortalece la consulta previa y el respeto a los derechos colectivos.

#### **5. Trabajar juntos entre instituciones**

- Promover acuerdos entre Ministerios, municipios, universidades y consultoras para compartir información cartográfica.
- Crear una base de mapas ambientales abierta al público, donde se puedan revisar los mapas utilizados en proyectos mineros.
- Así se evitaría la repetición de información y se facilitaría el control por parte de la ciudadanía.

### **3.3 Las mejoras que se lograría con estas propuestas**

Si se aplican estos lineamientos, se pueden lograr varios beneficios:

- Mapas más claros, confiables y útiles para todos los actores del proyecto.
- Mayor transparencia en los estudios ambientales.
- Menos conflictos sociales, al incluir la voz de la comunidad.
- Mejor planificación, ya que se conoce con más detalle el estado del lugar antes de intervenir.

- Decisiones más responsables y sostenibles, que protejan el medio ambiente y respeten a las personas.

### **Conclusiones:**

1. Es muy importante que el componente cartográfico de la línea base ambiental de proyectos mineros ecuatorianos proporcione una herramienta efectiva para la planificación ambiental técnica y sensible, la cual asegure la identificación de áreas sensibles y de influencia, y además, una mejor visualización de las condiciones del entorno, antes de la toma de decisiones relacionada con los estudios de impacto ambiental.
2. A pesar de que la normativa ecuatoriana dispone de un marco técnico y legal que regula aspectos sobre generación de la cartografía ambiental, como el TULSMA o las guías del MAATE e IEDG; aún se presentan desafíos en cuanto a la calidad y actualización de los datos a nivel geoespacial. Entonces el componente cartográfico es una herramienta fundamental para la gestión ambiental preventiva y territorial
3. La cartografía en proyectos mineros no es solo un requisito técnico más, es una herramienta indispensable para planificar con responsabilidad, si bien es cierto que el país en cuestión ambiental dispone de la legislación y de regulaciones que la rigen, las decisiones y prácticas no han cerrado la brecha entre lo que se requiere y lo que realmente se hace; razón por la cual fortalecer el acceso y la calidad de la información cartográfica es esencial para alcanzar una gestión ambiental más equitativa, eficiente y sustentable.

## **Recomendaciones:**

1. Es necesario fortalecer la capacitación técnica de los equipos consultores ministeriales y civiles apuntando a la especialización en el uso de herramientas de SIG y en la correcta aplicación de los estándares nacionales a nivel cartográfico, a fin de mejorar la calidad y vínculo de los mapas ambientales y su verdadera utilidad para los involucrados en el proceso minero.
2. Se requiere estudiar la posibilidad de que entidades territoriales puedan mejorar el acceso y actualización de sus bases de datos geoespaciales públicas; una infraestructura de datos más accesible, precisa y homologada, facilitaría el cumplimiento de la legislación actual y tendría un positivo impacto en los estudios de línea base en el sector minero.

## Referencias Bibliográficas

- *Bravo, C. (2022). Derechos de la Naturaleza: implicaciones legales y ambientales en Ecuador. Editorial Jurídica.*
- *Bunge, W. (1971). Fitzgerald: Geography of a Revolution. Schenkman Publishing.*
- *Carrera, M. A. (2019). Aplicación de SIG para la identificación de zonas de riesgo en áreas mineras del cantón Zaruma [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital UCE. <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/19214>*
- *Chambers, R. (2006). Participatory Mapping and Geographic Information Systems: Whose Map?.*
- *CIDH. (2013). Derecho a la consulta previa, libre e informada de los pueblos indígenas. Comisión Interamericana de Derechos Humanos.*
- *CONAGE. (2020). Normativa para la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales. Consejo Nacional de Geoinformación.*
- *CONAGE. (2020). Normativa para la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales. Consejo Nacional de Geoinformación.*
- *Conesa, V. (2015). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa.*
- *Conesa, V. (2015). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa.*
- *Dávila, J. M. (2021). Elaboración del componente cartográfico para el estudio de impacto ambiental de la Concesión Minera Colibrí [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio PUCE. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/18550>*
- *Geo-X (2018). La cartografía y su importancia para la minería.*
- *González, E. (2020). Gestión ambiental y territorio en el Ecuador: avances y desafíos. Universidad Central del Ecuador.*
- *Guevara, A., & López, M. (2019). Indicadores de sostenibilidad para la planificación ambiental. Revista Ambiente & Desarrollo, 23(1), 67–79.*
- *Harvey, D. (1996). Justice, Nature and the Geography of Difference. Blackwell.*
- *Hexagon. (2021). Cartografiado geoespacial y análisis para minas. Hexagon Mining.*
- *Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2005). Geographic Information Systems and Science. Wiley.*

- MAATE (2022). *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador.
- Martínez, F., & Ramírez, J. (2017). *Análisis espacial para la identificación de impactos ambientales en zonas de influencia directa*. *Revista Geoespacial*, 15(3), 89–101.
- Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2021). *Guía de evaluación ambiental de proyectos energéticos*. Quito: Gobierno del Ecuador.
- Pachay, L. (2018). *Herramientas para la elaboración de líneas base ambientales en proyectos de infraestructura*. *Revista Técnica de Medio Ambiente*, 7(2), 33–42.
- Raisz, E. (1982). *Principles of Cartography*. McGraw-Hill.
- Reyes-Puig, C., Pozo, R. A., & Arcos, R. (2021). *Evaluación de la sostenibilidad en proyectos ambientales en Ecuador*. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Ambiental*, 18(2), 45–60.
- Reyes-Puig, J. P., Ríos-Alvear, J., & Yáñez-Muñoz, M. (2021). *La biodiversidad en Ecuador: estado actual y desafíos*. Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Salazar, D. (2016). *Participación ciudadana en procesos de evaluación ambiental*. *Revista Latinoamericana de Estudios Ambientales*, 12(1), 22–34.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio: técnica y tiempo, razón y emoción*. Ariel.
- Toro, J. (2012). *Evaluación de Impacto Ambiental: Principios y métodos*. McGraw-Hill.
- TULSMA (2022). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. Registro Oficial del Ecuador.
- UNEP. (2019). *Environmental Impact Assessment Guidelines*. United Nations Environment Programme.