

**ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA DEL EJÉRCITO
ESCUELA DE POSTGRADO**



TESIS

Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal Caso Pataz, 2023-2025

AUTORES:

BACH. Carlos Enrique Freyre Zamudio
(orcid.org/0009-0000-9460-6027)

BACH. Nelio Roel Mancisidor Zorrilla
(orcid.org/0009-0000-9410-6013)

**Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN ESTRATEGIA Y GEOPOLÍTICA**

ASESOR

DR. Gamaliel Manuel Gustavo Talavera Prado
(orcid.org/0000-0002-5167-1897)

LINEA DE INVESTIGACIÓN
Evaluación Estratégica

2026

ACTA DE SUSTENTACIÓN

ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA DEL EJÉRCITO ESCUELA DE POSTGRADO

DEPARTAMENTO GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS No 005 – 2026/ DGI/PAME

En la Escuela Superior de Guerra del Ejército - Escuela de Postgrado, a los veinte (20) días del mes de agosto del año dos mil veintiséis, siendo las 12:00... horas, se reunió el jurado evaluador conformado por los docentes:

❖ Doctor	IVAN RICARDO BARRETO BARDALES	Presidente
❖ Doctor	JOSE MANUEL PALACIOS SANCHEZ	Secretario
❖ Doctor	WILDER FABIO RAMOS PALACIOS	Vocal

Designados según Resolución de Exedito para Sustentación de Tesis N° 005-2026/SIE/DGI/ESGE-EPG del 10 de agosto de 2026, para evaluar la sustentación presencial y defensa de la Tesis de Grado titulada **"PROPUESTA DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA REDUCCIÓN DE LA MINERÍA ILEGAL CASO PATAZ, 2023-2025"**, presentado por los Bachilleres **CARLOS ENRIQUE FREYRE ZAMUDIO y NELIO ROEL MANCISIDOR ZORRILLA**, para optar el Grado Académico de Maestro en Estrategia y Geopolítica, de acuerdo a lo establecido en el artículo 45° de la Ley Universitaria N° 30220.

Luego de atender la sustentación presencial, defensa de la tesis de grado y realizadas las preguntas de rigor, el jurado acordó concederle la calificación de **...Aprobar...por...excelencia... (20)...**

En mérito del cual, el jurado **...aprueba...** (aprueba / no aprueba) que se le otorgue el Grado Académico de Maestro en Estrategia y Geopolítica.

Firmado, en Chorrillos a los veinte (20) días del mes de agosto del año dos mil veintiséis.

DR. IVAN RICARDO
BARRETO BARDALES
PRESIDENTE

DR. JOSE MANUEL
PALACIOS SANCHEZ
SECRETARIO

DR. WILDER FABIO
RAMOS PALACIOS
VOCAL

DEDICATORIA

A nuestros padres y familiares, por su esfuerzo y apoyo constante para forjar nuestra educación, a nuestra Escuela Superior de Guerra del Ejército, por promover la formación académica, el pensamiento estratégico y la investigación en los campos de la estrategia y la geopolítica.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento al Divino Señor por darnos vida y salud, a la Escuela Superior de Guerra del Ejército, por el soporte académico e institucional brindado. Asimismo, agradecer a nuestro asesor de tesis y los informantes clave, cuyas orientaciones y aportes fueron fundamentales para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

INDICE

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
REPORTE DE SIMILITUD.....	xi
DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema.....	6
Problema General	6
Problemas Específicos	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos	7
1.4 Justificación de la Investigación.....	7
1.4.1 Justificación teórica	7
1.4.2 Justificación práctica	7
1.4.3 Justificación legal	8
1.4.4 Justificación social.....	8
1.4.5 Justificación Institucional.....	8
1.5 Viabilidad de la Investigación	9
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE	10
2.1 Antecedentes de la investigación.....	10
2.1.1 Antecedentes nacionales	10
2.1.2 Antecedentes Internacionales	11
2.2. Bases Teóricas	13
2.2.1 Bases teóricas de la Categoría 1: Implementación de Herramientas de inteligencia artificial.	13

2.2.2 Bases teóricas de la Categoría 2: Influencia del empleo de Inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal.....	15
2.3 Marco Conceptual	19
2.4 Definición de términos básicos	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	24
3.1. Diseño metodológico	24
3.1.1 Enfoque de Investigación.....	24
3.1.2 Tipo de investigación.....	24
3.1.3 Nivel de investigación.....	24
3.1.4 Método:.....	24
3.2 Diseño muestral.....	25
3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	26
3.3.1 Técnicas	26
3.3.2 Instrumentos.....	26
3.3.3 Validación de los Instrumentos	27
Tabla analítica – IA, control territorial y minería ilegal	28
3.7 Aspectos éticos.....	29
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y SÍNTESIS	30
4.1 Definición de las Categorías y Subcategorías	30
4.2. Soporte de categorías	49
4.3. Red semántica.....	54
4.4. Triangulación	58
CAPÍTULO V: DIÁLOGO TEÓRICO EMPÍRICO	66
5.1. La discusión teórico empírica	66
5.2. Conclusiones	71
5.3. Recomendaciones	75
PROPUESTA PARA ENFRENTAR LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
Anexos1 Matriz de consistencia.....	87
Anexos 2 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.....	90
Anexo 3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	95
Anexo 4 AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	101
Anexo 5 COSENTIMIENTO INFORMADO	103

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Tabla analítica – IA, control territorial y minería ilegal	28
Tabla 2	Codificación de la información y su relación con las categorías apriorísticas	36
Tabla 3	Organización de datos	37
Tabla 4	Definición de categorías a partir de la entrevista	38
Tabla 5	Definición de categorías a partir de la indagación documental	46
Tabla 6	Tabla matriz de soporte de categorías	50
Tabla 7	Triangulación integral mediante las técnicas cualitativas	60
Tabla 8	Tabla matriz del dialogo teórico empírico	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Análisis del Centro de Planeamiento Estratégico sobre la problemática de la minería ilegal en Pataz (CEPLAN, 2023)	04
Figura 2	Oro y cocaína: una alianza tóxica que amenaza al País	09
Figura 3	Tipología del muestreo intencional	26
Figura 4	Características de los principales diseños cualitativos	29
Figura 5	Técnicas usadas en la recolección de datos en la investigación cualitativa	32
Figura 6	Técnica de procesamiento y análisis de dato	34
Figura 7	Recolección de datos en la ruta cualitativa	35
Figura 8	Red Semántica /Objetivo principal y sus respectivas categorías	54
Figura 9	Red Semántica /Categoría 1. Herramientas de inteligencia artificial	55
Figura 10	Red Semántica /Categoría 2. Reducción de la minería ilegal	56
Figura 11	Red Semántica /Categoría3. Eficiencia del empleo de herramientas de IA	57

RESUMEN

El presente estudio analiza la importancia de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el periodo 2023-2025 en el contexto actual que la provincia de Pataz ha sido significativamente impactada por esta actividad ilícita, de la minería ilegal la cual se desarrolla de manera clandestina, dificultando su control y erradicación por parte de las autoridades competentes. De ahí La necesidad de implementar soluciones innovadoras y efectivas que permitan detectar, monitorear y reducir la minería ilegal en el marco de la protección del medio ambiente y el fortalecimiento del estado de derecho. La metodología empleada es de enfoque cualitativo de tipo teórico- empírico con el método Hermeneutico-interpretativo con la modalidad de estudio de caso , para una muestra de seis expertos, empleándose en la recolección y organización de datos la entrevista semiestructurada y el análisis documental

Los resultados evidencian que resulta de suma importancia el empleo de las herramientas de inteligencia artificial, ya que permite la detección temprana y precisa de actividades ilícitas mediante el análisis de imágenes satelitales, patrones de movimiento y datos geoespaciales, facilitando una intervención más eficiente y oportuna por parte de las autoridades. Además, la IA contribuye a monitorear en tiempo real las áreas de riesgo, optimiza la asignación de recursos y reduce la dependencia de métodos tradicionales, que suelen ser más costosos y menos efectivos. Esto no solo ayuda a proteger el medio ambiente y la biodiversidad, sino que también fortalece el marco legal y la gobernanza local, promoviendo un desarrollo más sostenible en la región de Pataz.

Palabras clave: Implementación tecnológica, Acciones de seguridad, Actividades Ilícitas, Control territorial., Indicadores de seguridad, Optimización de procesos, Toma de decisiones

ABSTRACT

This study analyzes the importance of artificial intelligence tools in reducing illegal mining in Pataz during the 2023-2025 period, within the current context where the province of Pataz has been significantly impacted by this illicit activity. Illegal mining is carried out clandestinely, making it difficult for authorities to control and eradicate it. Therefore, there is a need to implement innovative and effective solutions that enable the detection, monitoring, and reduction of illegal mining, within the framework of environmental protection and the strengthening of the rule of law. The employed methodology is of a qualitative approach, combining theoretical and empirical elements, with the hermeneutic-interpretive method and a case study modality, involving a sample of six experts. Data collection and organization were carried out through semi-structured interviews and documentary analysis.

The results demonstrate that the use of artificial intelligence tools is of utmost importance, as it allows for the early and precise detection of illicit activities through the analysis of satellite images, movement patterns, and geospatial data, facilitating more efficient and timely interventions by authorities. Additionally, AI contributes to real-time monitoring of risk areas, optimizes resource allocation, and reduces dependence on traditional methods, which are often more costly and less effective. This not only helps protect the environment and biodiversity but also strengthens the legal framework and local governance, promoting more sustainable development in the Pataz region.

Keywords: Technological implementation, Security actions, Illicit activities, Territorial control, Security indicators, Process optimization, Decision-making

REPORTE DE SIMILITUD EN TURNITIN:

IFI - FREYRE Z. - MANCISIDOR Z..docx

 Escuela Militar de Chorrillos Coronel Francisco Bolognesi

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::12350:615258681

Fecha de entrega

18 ago 2026, 2:28 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

18 ago 2026, 2:32 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

IFI - FREYRE Z. - MANCISIDOR Z..docx

Tamaño del archivo

4.8 MB

118 páginas

30.872 palabras

183.170 caracteres



Página 2 de 125 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::12350:615258681

7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO

(Grado académico de Magister)

Por el presente documento, yo Carlos Enrique Freyre Zamudio con DNI 07631848 y Nelio Roel Mancisidor Zorrilla con DNI 16010533, informamos que hemos elaborado el trabajo de investigación –Tesis de grado denominado “Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Pataz, 2023-2025”, para optar por el Grado Académico de Magister en estrategia y política. Declaramos que este trabajo ha sido desarrollado íntegramente por los autores que lo suscriben y afirmamos que no existe plagio de ninguna naturaleza. Así mismo, dejamos constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en Internet.

Así mismo, afirmamos que somos responsables solidarios de todo su contenido y asumimos como autores, las consecuencias ante cualquier falta, error u omisión de referencias en el documento. Sabemos que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales. Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas que dictamine el Escuela Superior de Guerra del Ejército – Escuela de Posgrado y a lo estipulado en el Reglamento interno.



Carlos Enrique Freyre Zamudio
DNI. 97504327DNI.



Nelio Roel Mancisidor Zorrilla
DNI: 16010533

INTRODUCCIÓN

La minería ilegal constituye uno de los desafíos más apremiantes que enfrentan las regiones del Perú en la actualidad, afectando de manera significativa los ámbitos ambiental, social y económico. Esta problemática, caracterizada por su naturaleza clandestina, pone en riesgo la sostenibilidad de los recursos naturales, la salud y bienestar de las comunidades locales, y la estabilidad de las instituciones gubernamentales encargadas de su control y regulación. En particular, la provincia de Pataz ha sido gravemente impactada por esta actividad ilícita, la cual se desarrolla en un contexto de opacidad y resistencia a las acciones de fiscalización, dificultando su erradicación y control efectivo. La creciente magnitud de esta problemática exige la implementación de soluciones innovadoras, tecnológicamente avanzadas y sostenibles que permitan detectar, monitorear y reducir la minería ilegal de manera eficiente.

En este escenario, la inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta con un potencial transformador, capaz de revolucionar los métodos tradicionales de vigilancia ambiental y control minero. La IA permite analizar grandes volúmenes de datos, reconocer patrones complejos y ofrecer alertas tempranas, facilitando así una gestión más efectiva de las actividades mineras, incluso en contextos clandestinos. La presente investigación propone el desarrollo de una plataforma basada en inteligencia artificial, diseñada específicamente para la identificación y mitigación de la minería ilegal en Pataz durante el período 2023-2025. La implementación de esta solución busca no solo proteger el medio ambiente y promover prácticas responsables, sino también fortalecer la gobernanza y el estado de derecho a través de una herramienta tecnológica que apoye la toma de decisiones y acciones preventivas por parte de las autoridades.

El estudio se enmarca en un enfoque cualitativo, de tipo teórico-práctico y empleando el método hermenéutico-interpretativo, con un modelo de estudio de caso que permite analizar en profundidad la problemática en su contexto específico. La estructura de la tesis está organizada en cinco capítulos: El Capítulo I presenta el planteamiento del problema, los objetivos específicos y la justificación de la investigación; el Capítulo II desarrolla el estado del arte y el marco teórico-conceptual que sustentan el estudio; el Capítulo III detalla la metodología empleada para la construcción y validación de la herramienta; el Capítulo IV presenta el análisis y las conclusiones derivadas de la investigación; y finalmente, en el Capítulo V, se desarrolla el diálogo teórico-empírico, en donde se integran los hallazgos con la base conceptual, concluyendo con las recomendaciones pertinentes para la implementación y futuras investigaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La minería ilegal es una de las actividades más nocivas y peligrosas entre las que se consideran como amenazas para la gobernanza en el contexto internacional y sus efectos nocivos en la ciudadanía y penetración en la política y la economía cada vez ha ido alcanzando mayores niveles de peligrosidad. De acuerdo con UNODCE (2023) se le considera “uno de los factores que contribuyen a intensificar y mantener los conflictos violentos, pues la venta de minerales extraídos de forma ilegal es una importante fuente de ingresos para milicias, caudillos, grupos delictivos organizados y las organizaciones terroristas” (p.11), siendo su carácter invasivo en las regiones donde se practica, pues causa en la mayoría de casos daños irreversibles a los ecosistemas y altera el equilibrio de las relaciones humanas. La relación entre informalidad-país en vía de desarrollo ha sido determinada por Zaldumbide (2023) quien afirma que “la mayoría de los países en vías de desarrollo y buena parte de los que se encuentran hundidos en conflictos armados cuentan con minería ilegal en su territorio” (p.353); la cual es una realidad bastante observable pues esta actividad está bastante difundida en los estados fallidos de África originando altos niveles de conflictividad sin solucionar mínimamente las condiciones de pobreza extremas. La problemática se vio venir hace varios años, a raíz de varios factores que coincidieron en es espacio-tiempo y que tiene que ver con el auge de los metales de alta demanda y los metales raros en un contexto de aumento de la población y la demanda de la tecnología, lo que incidió en precios muy altos y por ende, ambicionados en las diferentes etapas de extracción. Es en este sentido que Friess y Brötz (2011) afirman:

A nivel mundial, unos 15 millones de personas trabajan en la minería artesanal, a menudo ilegal. A principios de los años 90, esta cifra era aún de 5 millones de personas. De esta forma, hoy en día se calcula que la subsistencia de 100 millones de personas depende de la minería artesanal. Las causas para este fuerte crecimiento de la minería artesanal se hallan en el aumento de la pobreza en los países en desarrollo, la liberalización de las legislaciones mineras, los repetidos booms del oro en los años 90, y finalmente en el último auge mundial de los recursos.

Es decir que la relación minería ilegal-subdesarrollo están bastante ligadas y, en muchas ocasiones de carácter transnacional porque se desarrolla en zonas fronterizas y también porque los mineros ilegales no rentan y carecen de responsabilidad en la mitigación y restauración ecológica de los daños ocasionados a la naturaleza Gasparinetti et al

(2023) afirma que “las pérdidas por evasión de impuestos son millonarias para los estados, además de la degradación de los suelos y la pérdida de biodiversidad”.

En el ámbito regional Rivera-Rhona y Bravo-Grijalva (2023) expresan que la minería ilegal “está generando mayor relevancia en las agendas de seguridad de Latinoamérica”, a la vez que menciona que su presencia “se catapulta como una de las áreas de actividad delictiva de mayor crecimiento, con un valor global de miles de millones de dólares en ganancias para los grupos criminales de todo el mundo (p. 50)”. De una u otra manera, la minería ilegal convive con la sociedad directa e indirectamente, porque genera dinámicas económicas que benefician de una u otra manera a los entornos poblacionales por donde fluyen los recursos que se producen en las áreas de explotación: producción de insumos para la extracción minera, alquileres de bienes muebles e inmuebles, consumo en mercados locales.

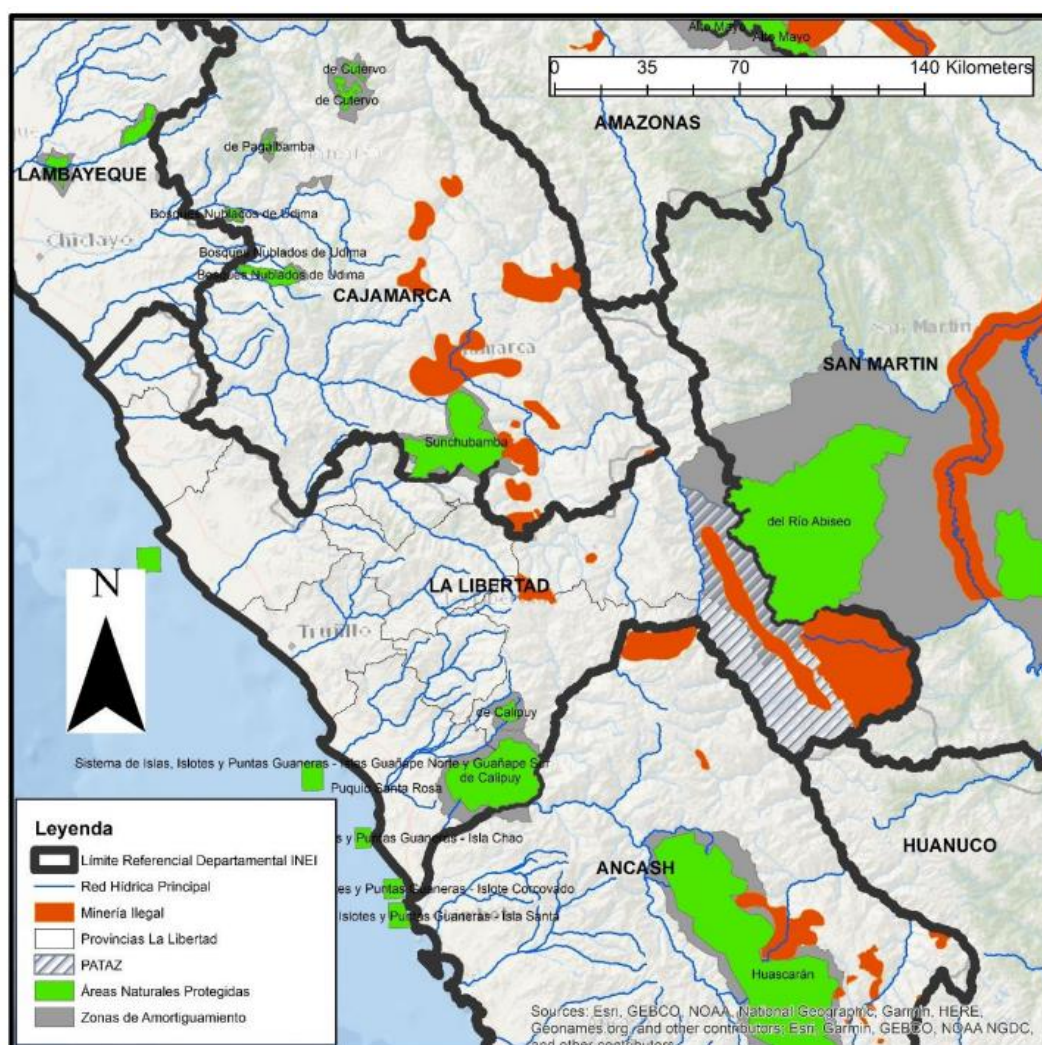
Pero esa aparente dinamización, tan necesaria en países cuya sostenibilidad tiene una fuerte dependencia en las actividades extractivas, tiene un componente oscuro, ahora bastante visible por el impacto que está teniendo en las áreas geográficas, así como la corrosión que se añade a la vida en las comunidades rurales y la corrupción que pudre las instituciones. De acuerdo con lo expresado por Manrique y Hernando (2024):

Las economías ilícitas con potenciales impactos ambientales negativos incluyen actividades agrícolas, manufactureras y extractivas. Entre ellas destaca principalmente el cultivo de coca, el procesamiento y tráfico de cocaína, la minería y tala ilegal, así como el tráfico de fauna silvestre (p.120).

En el Perú, la situación parece fuera de control. Desde Puerto Maldonado hasta el Cenepa, el impulso ilegal parece indetenible. De acuerdo con de Echave (2016), “a inicios del siglo XXI ya se identificaban claramente cuatro zonas principales con presencia de minería informal: Madre de Dios, Puno, La Libertad y la zona del Sur Medio (que abarca las provincias de Palpa y Nazca en Ica, Caravelí y Chala en Arequipa y Lucanas en Ayacucho) (p.134)”. Asimismo, la construcción de la carretera interoceánica tuvo efectos inesperados, pues la penetración de la vía en el departamento de Madre de Dios, facilitó la aparición de mineros que ha depredado por completo áreas como La Pampa, ocasionando daños irreversibles, y amenazando con extenderse a áreas protegidas contiguas, empleando maquinaria pesada e insumos tóxicos como el mercurio, originando pérdidas millonarias al país, pues se ha tenido que movilizar miles de efectivos del orden, de todas las instituciones, para impedir el colapso total del medioambiente.

Una de las regiones geográficas del país más afectadas por los efectos de la minería ilegal es la provincia de Pataz; del departamento de La Libertad. Según el portal especializado en temas sociales Cooperación (2025) se afirma que: “en Pataz, los enfrentamientos entre bandas criminales y los ataques contra las infraestructuras de minería formal han aumentado considerablemente”, añadiéndose a esta afirmación que “la expansión de la minería ilegal se debe a varios factores, entre ellos los altos precios del oro, la debilidad del Estado y la falta de control en ciertas zonas del país”. Como suele suceder en los emporios donde existe una economía boyante, una serie de elementos sociales se configuran en una especie de “ecosistema”, donde, por un lado, existen personas o familias que buscan mejorar sus condiciones de vida y, por otro, aparecen mafias de las más diversas índoles, las cuales socavan la ley, al Estado y tratan de afianzar ilícitos con fines lucrativos. Una de las empresas legales dentro de las que ocupan espacios de extracción es Poderosa. De acuerdo con lo expresado oficialmente por la empresa se define como (Poderosa, 2025): “una empresa minera aurífera ubicada en el distrito y provincia de Pataz, operando a altitudes entre 1,250 y 3,000 metros sobre el nivel del mar. Nuestra operación cuenta con tres unidades de producción: Marañón, Santa María y Palca”, de lo cual se desprende su formalidad y por ende, el aporte de importantes impuestos y regalías al estado, así como la movilidad y flujo económico que genera alrededor de sus operaciones, e incluso, fuera de su área de extracción. Poderosa es una empresa que se asentó con mucho esfuerzo en la región y desde sus inicios, trató de respetar los mecanismos de convivencia con las poblaciones aledañas. De hecho, uno de los proyectos más exitosos impulsados por la minera ha tenido que ver con la recuperación de agentes contaminantes, entre 2016 y 2019, tal como menciona Morche (2022) sobre un estudio de la viabilidad de una descontaminación parcial de los relaves, en la llamada “La Ciénaga”, separando químicamente el concentrado del resto de relave mediante un proceso llamado “flotación”, reduciendo significativamente el contenido de metales pesados, metaloides y sulfuros, y demostrando la capacidad de recuperación de los suelos; estudio financiado por Poderosa, en consorcio con centros de investigación alemanes. Hasta antes de la pandemia del COVID 19, los problemas de seguridad eran menores, pero fue después del 2020, que se incrementaron ostensiblemente. Según el portal Energiminas (2025) Hasta el verano del 2025, se han dinamitado 15 torres de alta tensión en un lapso de 4 años, y se han realizado varias incursiones violentas en los que han fallecido 18 personas que trabajaban en diversos escalafones de la mina; desde ingenieros hasta obreros de los socavones.

Análisis del Centro de Planeamiento Estratégico sobre la problemática de la minería ilegal en Pataz (CEPLAN, 2023)



En el mapa expuesto, se observa la simbología naranja, que señala las áreas en las cuales la minería informal está completamente desplegada. Pataz, está invadida de sur a norte y su presencia se superpone a la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Río Abiseo, por lo que sus efectos, comienzan a notarse.

Si las tendencias mencionadas en esta descripción continúan, son una serie de elementos los que estarían amenazados: la gobernabilidad, la gobernanza; la ciudadanía y la naturaleza, así como se agravarían los conexos que ya se encuentran en franca expansión, como son la trata de personas, el tráfico de explosivos y de armas, así como una serie de insumos de carácter controlado, pero que forman una cadena asociada al crimen, envileciendo a muchos pobladores, entre estos, a menores de edad. Un efecto adverso también es la manera como se ve a nuestro país, en la comunidad internacional. Como se ha expresado en párrafos anteriores,

Por otra parte, la inteligencia artificial es una de las herramientas de la tecnología más importantes de los últimos tiempos. Respecto a las varias descripciones o teorizaciones, Delmau (2020) dice que se trata de “un conjunto de tecnologías que emulan al intelecto humano asistiéndolo hoy en diversas tareas (p.1)”;

en el caso de Vallas (2018) define a las IA “como la simulación de los procesos de la inteligencia humana por parte de sistemas informáticos. En otras palabras, hacer que las máquinas piensen, aprendan y tomen decisiones (p.476)”. Mientras que Fabián (2019) aproxima su concepto a:

Nuevas tecnologías informáticas disruptivas como algoritmos matemáticos, datos masivos, redes neuronales, software de autoaprendizaje (self-learning), procesadores de alto rendimiento y, por supuesto, las evolucionadas tecnologías de información y comunicación (TICs¹), etc. (p.20)

De estas representaciones se desprenden varios elementos: la capacidad de aprender de las máquinas a través de imitar el proceso humano; añadiendo a una ventaja inalcanzable para los seres vivos, es decir, que las máquinas no descansan. Si de por sí la capacidad de procesamiento es bastante alta, el hecho de no detenerse a realizar actividades fisiológicas potencia mucho más sus capacidades. El interactuar con entornos complejos y poder transmitir data, les da otra ventaja notable, pues pueden realizar acciones remotas. Desde intervenciones quirúrgicas hasta la destrucción de objetivos enemigos. Dentro de los nuevos conceptos globales, la temática de la seguridad es otra de las actividades donde la IA ha irrumpido a nivel estatal y privado, buscando reducir la peligrosidad de una serie de amenazas que han cobrado giros en su vigencia: terrorismo internacional, crimen organizado, daños al medioambiente, ciber-delitos. De acuerdo con Romero (2019):

Bajo este dimensionamiento de seguridad, se han identificado varias herramientas que permitan alcanzar los objetivos que garanticen la seguridad de las naciones, entre estos instrumentos tenemos la Inteligencia Artificial y la Ciencia de Datos que por sus siglas en inglés (DS Data Science), son en la actualidad los modelos y algoritmos que establecen los patrones de comportamiento no solo del terrorismo, sino de la diversidad del actividades que desarrolla la humanidad en los tiempos actuales (p.54).

A raíz de esta realidad imperante la IA está siendo incorporada al trabajo minero, en las operaciones de seguridad. Tratándose de un área de mucha extensión por controlar, donde se suceden túneles, torres de alta tensión, terrenos eriazos e instalaciones y donde la situación de inseguridad se ha hecho cada vez más latente, las medidas tomadas hasta la fecha, que incluye trabajo humano y de tecnología como cámaras y drones, no han sido lo suficientemente efectivos para diluir las amenazas. Es por esta razón que se tomó la decisión de manera corporativa de aplicar un modelo de seguridad basado en inteligencia artificial, la cual es el estudio de este caso.

Bajo lo expuesto, esta investigación resulta de particular importancia para llenar esta brecha de conocimiento, constituyéndose en un punto de partida para comenzar a tener bases sólida en el análisis académico como para el incorporar políticas públicas que permitan hacer frente a estos escenarios en el futuro inmediato. Al comparar y contrastar con metodologías que se vinieron desarrollando antes de la implementación de herramientas de inteligencia artificial, la investigación puede entregar una perspectiva practicable en otros entornos, que enfrentan la misma complejidad.

1.2 Formulación del problema

Problema General

¿Cuál es la importancia del empleo de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025?

Problemas Específicos

Pe1: ¿Cómo implementar las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025?

Pe2: ¿Cómo influye el empleo de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025?

Pe3: ¿Es eficiente el uso de herramientas de inteligencia artificial para reducir la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025?

1.3 Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Analizar la importancia del empleo de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025

Objetivos Específicos

Oe1: Explicar cómo implementar las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025.

Oe2: Explicar cómo influye el empleo de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025.

Oe3: Describir la eficiencia del uso de herramientas de inteligencia artificial para reducir la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Justificación teórica

La presente investigación se justifica teóricamente, debido que permite obtener nuevos conocimientos con relación a diversos factores, incluyendo la difícil administración de los problemas generados por la minería ilegal y el empleo de herramientas de tecnología modernas, teniendo que verse el impacto de la intervención militar con este tipo de empleo, y el marco legal y constitucional que regula la participación de las Fuerzas Armadas en operaciones diferentes a la guerra, llamadas también, acciones militares. Se utiliza de las técnicas de indagación documental y la entrevista a expertos, así como se elabora una cartilla que muestra los procedimientos de operación de herramientas de IA y su monitoreo de las áreas por proteger.

1.4.2 Justificación práctica

Las implicaciones prácticas del estudio son numerosas pues implica varias funciones militares como el comando y control, el movimiento y maniobra y la protección, así como el empleo de tecnología de última generación, lo que puede devenir en actualizar la normativa vigente, tanto a nivel estado, como en el entorno propio de las Fuerzas Armadas. La experiencia directa en las demostraciones de campo en la región Pataz, dentro de los predios de la mina Poderosa, pueden proporcionar una evaluación real de la dinámica entre las metodologías adquiridas a través del empleo de inteligencia artificial, con relación a la forma cómo se desarrolló la misma actividad antes de su empleo. Las recomendaciones servirán para fomentar modelos de gestión en

inteligencia artificial que mejoren los patrones de seguridad no solo en extensas áreas geográficas, sino en otros teatros de operaciones; mitigando el impacto destructivo para el medio ambiente, las actividades fuera del marco de la ley y disuada a cualquier actor de realizarlas.

1.4.3 Justificación legal

En un contexto donde la minería legal ha pasado a ser una amenaza a la seguridad nacional por tratarse de un delito transnacional, se le asignan a las FFAA la responsabilidad de garantizar la independencia, soberanía del Estado e integridad territorial; así como establecer las condiciones de seguridad necesarias para el desarrollo de una sociedad en paz y seguridad; insumos necesarios en la mejora de la calidad de vida para los ciudadanos. La participación de las Fuerzas Armadas en el orden interno, regulada por el Decreto Legislativo N° 1095, se ha convertido en una herramienta usual, tratándose de las declaratorias de emergencia en apoyo de la Policía Nacional. En este sentido, las FFAA pueden emplearse en dos sentidos: a través del uso de la fuerza, pero también apoyando en el análisis y prospectiva de actividades ilegales e ilícitas, mediante el diseño y operación de sistemas. Las recomendaciones derivadas del estudio del caso pueden servir como base para futuras reformas, permitiendo una intervención militar puntual y beneficiosa para el Estado e incluso el sector privado.

1.4.4 Justificación social

La crisis de seguridad que se desarrolla en Pataz refleja una serie de problemas estructurales de origen económico y social, con fuerte impacto en la población y en los activos no solo del área geográfica en mención, sino en todo el país. La presente investigación permitirá crear un modelo de gestión para reducir el impacto negativo de las múltiples actividades ilícitas conexas a la minería ilegal y podrá servir como modelo en escenarios con realidades similares. Al integrar las experiencias de los investigadores y de los especialistas en inteligencia artificial que vienen implementando y operando sistemas, se puede definir la aproximación a soluciones cuyo impacto serán beneficiosos en el escenario y pueden permitir en el corto plazo el diseño de políticas públicas equitativas, que respondan mejor a las demandas de seguridad.

1.4.5 Justificación Institucional

Para el Ejército del Perú, esta investigación y estudio de caso es de suma importancia. Primero porque ofrece una alternativa en su participación dentro del control del orden interno, a través de la aplicación de herramientas de la tecnología y no solo por el uso

de tropas disuasivas, la cuales tienen una limitada capacidad del empleo de la fuerza por las restricciones que imponen las leyes y los derechos humanos. La transferencia de conocimientos proveniente de entidades privadas con los recursos para invertir en tecnología será beneficiosa para nuestros cuadros pues genera nuevas perspectivas para el planeamiento y conducción de acciones militares, en un ambiente muy inestable. Mejorará la elaboración de estrategias y tácticas en escenarios distintos, pero con una problemática similar, en el que la ilegalidad se entrelaza con la informalidad y crea un ambiente operativo de incertidumbre, que favorece a los actores-enemigos del estado y la gobernabilidad. Los resultados pueden servir al Ejército del Perú en el desarrollo de doctrina y programas de instrucción que promuevan una intervención más efectiva y respetuosa de los derechos humanos.

1.5 Viabilidad de la Investigación

El estudio de investigación desarrollado estuvo enmarcado dentro de las líneas propuestas por la Escuela Superior de Guerra del Ejército-EPG. Es importante destacar la viabilidad de esta investigación, la cual se respalda en la implementación de un sistema de inteligencia artificial en el entorno de una empresa privada, para lo cual se han hecho las respectivas coordinaciones para el desplazamiento y acceso a las instalaciones de la mina en la provincia de Pataz, y realizar un trabajo de campo y exploratorio para observar de manera directa la funcionalidad del modelo.

Figura 2

Oro y cocaína: una alianza tóxica que amenaza al País



Nota. En el artículo se analizan los impactos de la minería ilegal y el narcotráfico en las comunidades amazónicas.

CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales

Existen numerosos estudios sobre la minería ilegal y sus efectos, reconociendo su alto impacto en las actividades de la población. De Echave (2016) en la medida en que en Perú esta actividad juega un rol gravitante pues representa algo más de 12% del PBI, contribuye con alrededor de 60% de las exportaciones y del 21% del stock de inversión extranjera directa (IED), o sea, la cantidad de inversión extranjera que existe en el país, lo que influye notablemente en la gestión de las empresas nacionales al convertirse en proveedores de servicios, dar empleo a numerosas familias y generar un flujo de capital que viabiliza mejoras en infraestructuras locales y en educación.

Sin embargo, el autor revela que esto he tenido un efecto colateral que se fue formando a raíz de una serie de eventos independientes uno de otro, pero que confluyeron en la construcción del escenario, tal como se aprecia en estos momentos; hasta hace unos años, la gran y mediana minería no tenía territorios en común con la extracción informal o ilegal, representantes de la pequeña minería, ya que para las empresas formales eran poco atractivas en términos de estudios de exploración y los sofisticados procesos que derivan posteriormente no justificaban una inversión, así que la actividad de los informales se mantuvo al margen; hasta la llegada de la época en que el incremento de los precios de los metales motivó a que poblaciones rurales enteras se hallan de alguna manera “urbanizado” para mutar sus actividades, antiguamente relacionadas al campo, a la actividad minera. Por lo que existen tres factores bien cimentados en cuanto al “boom” informal: el alza sostenida de los metales, la carencia de empleos adecuados en el ámbito rural y la debilidad institucional del Estado peruano. Existen, es cierto, personas que se han vuelto expertas en ciertas partes del proceso aurífero, que van de manera itinerante impartiendo su capacidad. Otro aspecto preocupante es el hecho de que paulatinamente los actores relacionados al ilícito han ido ganando terreno en la política, como es el caso de Luis Otzuka, gobernador de Madre de Dios o que la favorecen en el Congreso de la República, al no presentarse a las votaciones cuando se trata de dictar leyes en contra de la explotación en zonas intangibles o áreas de amortiguamiento. A esto se añade el problema con las autorizaciones tipo Reinfo, cuya decisión de mantenerlo vigente sigue siendo impulsada por buen número de legisladores, amparados en la necesidad social.

Asimismo Bravo (2014) publicó su estudio para el título como magister con el título “Empleo de la 6ta Brigada de Selva en la protección del medio ambiente, Amazonas, 2024”, cuyo objetivo fue analizar el empleo de la 6ta Brigada de Selva para el apoyo a la PNP en la protección del medio ambiente en la región, Amazonas, 2024, empleando un enfoque cualitativo de tipo fue teórico-empírica, empleando para su muestra a expertos en conservación del medio ambiente, en acciones militares, en contaminación del medio ambiente y en operaciones en Selva. La técnica empleada fue la entrevista a expertos, el análisis documental y la observación. Como conclusiones se determinaron la necesidad de optimizar la presencia y empleo de la 6ª Brigada de Selva en la conservación, modernizando sus capacidades logísticas, incluyendo drones para el monitoreo de áreas selváticas e incrementando la instrucción al personal para conocer el marco legal vigente, así como establecer mesas de trabajo con las instituciones competentes y concientizar a la población. Por lo tanto, no solo se trata de la incorporación de equipamiento y logística, sino de la capacidad de establecer diálogos y relaciones con el entorno humano, lo que es una tarea complicada si se tiene en cuenta que la economía siempre estará presente en las vinculaciones entre las fuerzas del orden y los directos involucrados. Este trabajo de maestría tiene concordancia con la presente tesis, ya que se toca el tema del empleo de unidades militares en la defensa del medio ambiente frente a la tala ilegal, minería ilegal, contaminación de los ríos, etc.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Es provechoso visualizar el documental de Netflix dirigido por Gibney (2020) denominado “Dirty Money” que dedica un capítulo a la relación del oro ilegal peruano con el narcotráfico y como ambas actividades terminan legalizándose a través de un sistema muy bien diseñado: cuando la droga llega a los Estados Unidos a través de los cárteles, el retorno en dólares vuelve al Perú, para la compra de oro ilegal, debido a la caducidad de los billetes de papel. Una vez que el oro regresa a los Estados Unidos, este ingresa a fundirse en empresas que consiguen evadir los controles fiscales del gobierno, por lo que incorporan el metal a la economía legal, perjudicando a los países de donde se extrae de múltiples maneras. Asimismo, Jiménez (2021) sostiene que la minería ilegal es una situación que, al decir de la Organización de las Naciones Unidas, torpedea el control y la administración de los recursos del Estado y, en esa medida, genera un enorme costo social, toda vez que afecta las fuentes de empleo, de ingresos tributarios. Por lo que la afectación tiene un efecto dominó pues unifica a los países en cadenas de delitos transnacionales cuya cúspide revela grandes riquezas.

En un amplio artículo sobre la inteligencia artificial y su relación con la seguridad, Vallas (2018) afirma que la carrera armamentística de la IA ya ha empezado, con las potencias mundiales como China, Estados Unidos y Rusia buscando hacer los máximos avances y posicionarse en el liderazgo de las IA. Los políticos globales saben que quien domine la IA, dominará el mundo, concluyendo que “es fundamental que la IA esté recogida como reto tecnológico y como oportunidad, pero también generará enormes cambios sociales y políticos, siendo la seguridad y el control de espacios territoriales, uno de los más recurrentes en su empleo. Asimismo, Chrzanowski y Montier (2023), hacen hincapié a que, en la actualidad, la IA comienza a ser el vector más importante de la transformación de la seguridad y la aplicación de la ley, respondiendo a los intereses fundamentales de los países. Cita el ejemplo de los Estados Unidos, que desarrolla en la actualidad alrededor de 140 proyectos en desarrollo que aprovechan la IA de algún modo para llevar a cabo tareas como el reconocimiento de imágenes y el análisis predictivo. Por lo tanto, en un tiempo relativamente corto, las propias IA emitirán condenas ante hechos delictuosos, utilizando el monitoreo propia para tomar decisiones, relacionadas a la violación de protocolos de seguridad. Esta capacidad debe emplearse en el control de áreas extensas, como lo son los predios donde se realiza explotación. Cabe destacar que quienes operan de manera legal, deben hacer estudios muy costosos para determinar el lugar de las vetas, en el caso de la extracción aurífera.

Dentro del propio contexto de lo que es la inteligencia artificial aplicada a la reducción de la minería ilegal, se tiene la investigación realizada por Riocampo et al (2023), “Inteligencia artificial para la detección de la minería ilegal, deforestación y cultivos ilícitos por medio de imágenes satelitales” cuyo objetivo era el “Implementar redes neuronales capaces de detectar imágenes satelitales con afectaciones ambientales como lo son la minería ilegal, la deforestación y los cultivos ilícitos”, para lo cual los investigadores diseñaron dentro de sus objetivos específicos una metodología para reconocer librerías y tipos de redes neuronales necesarias que detecten imágenes a una alta sensibilidad, implementar algoritmos de inteligencia artificial que identifiquen imágenes satelitales y realizar dataset especializada para albergar la información que le sirva a las redes neuronales. Este proyecto tuvo los resultados esperados en cuanto a la detección de campos afectados por ilícitos otorgando información precisa a los analistas, y la prospectiva es que en la parte final de su desarrollo será una herramienta indispensable para el combate de estos ilícitos. Se espera que luego de su empleo inicial, el modelo se replique alrededor de las áreas afectadas en Colombia.

Una práctica similar se describe en el informe presentado por USAID (2024) en el que la organización SkyTruth genera alertas de deforestación por minería en su mapa:

Proyecto Inambari para lo cual se emplean imágenes satelitales e inteligencia artificial para monitorear la minería ilegal aluvial en la Amazonía, en tiempo real y verificándola con imágenes satelitales mensuales obtenidas de la constelación Planet, con lo que queda ampliamente demostrado que la tecnología de punta puede tener una función competente en el tratamiento de lugares poco accesibles y que estén siendo vulnerados por la actividad del hombre.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1 Bases teóricas de la Categoría 1: Implementación de Herramientas de inteligencia artificial.

En las últimas décadas, las herramientas de inteligencia artificial (IA) han pasado de ser soluciones experimentales a instrumentos estratégicos en el control de actividades ilícitas. En el caso de la minería ilegal, tecnologías como drones con sensores térmicos e infrarrojos han demostrado gran eficacia en el monitoreo de zonas de difícil acceso, permitiendo identificar movimientos de personas, vehículos y bocaminas incluso durante la noche. En el distrito de Pataz (La Libertad), estas tecnologías ya se encuentran en uso por parte de instituciones como la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), logrando una trazabilidad más efectiva del mineral desde su extracción hasta su exportación (Andina, 2025; Perú Informa, 2025). Choi (2023) resalta el empleo de vehículos aéreos no tripulados (UAVs) integrados con inteligencia artificial esta transformado las operaciones mineras desde las etapas de exploración hasta la recuperación del terreno. Esta tecnología permite inspeccionar de manera segura grandes áreas, recoger datos geoespaciales con alta precisión y aplicar modelos automatizados de análisis, lo que facilita la identificación de actividades extractivas bajo un enfoque eficiente y sostenible.

De manera complementaria, la teledetección satelital integrada con inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta esencial para rastrear minería ilegal a gran escala. Investigaciones recientes en Brasil han incorporado tecnologías forenses y análisis geoquímicos para distinguir oro proveniente de minas autorizadas frente al extraído ilegalmente, logrando identificar patrones de comercialización ilícita a través de algoritmos de aprendizaje automático (Reuters, 2024). Estos avances refuerzan la utilidad como apoyo técnico en la identificación de flujos ilegales de minerales. Balaniuk, Isupova y Reece (2020) demostraron el potencial del aprendizaje profundo aplicado a imágenes satelitales para detectar minas y relaves no autorizados en Brasil. Su metodología —basada en redes neuronales convolucionales— permitió identificar minas

ilegales sin registros oficiales, lo que evidencia cómo la IA ofrece herramientas poderosas para monitorear y controlar territorios vulnerables a este flagelo.

Asimismo, el monitoreo de sustancias empleadas en la minería ilegal, como el mercurio, también ha sido optimizado mediante el uso de inteligencia artificial. Organismos internacionales destacan a que la IA puede fortalecer la trazabilidad y control transnacional de químicos tóxicos, contribuyendo a reducir la oferta de insumos críticos de minería ilegal. En este sentido, el Environmental Investigation Agency resalta la importancia de combinar big data, sensores inteligentes y sistemas predictivos para enfrentar redes ilícitas de comercialización (The Guardian, 2025). En síntesis, la literatura reciente confirma que las herramientas de IA representan un eje central en la lucha contra la minería ilegal. Su aplicación práctica en vigilancia aérea, análisis forense y trazabilidad de insumos configura un marco tecnológico que no solo fortalece la seguridad en territorios vulnerables, sino que también mejora la eficiencia de las políticas estatales orientadas al control de actividades extractivas ilícitas.

La creciente capacidad de la IA para integrar grandes volúmenes de información geoespacial y ambiental ha permitido la creación de sistemas de alerta temprana que facilitan la detección de actividades mineras ilegales antes de que estas alcancen niveles de impacto crítico. Estas plataformas utilizan modelos predictivos basados en aprendizaje automático que procesan imágenes satelitales, datos meteorológicos y registros de actividad económica para identificar patrones sospechosos de deforestación, movimiento de maquinaria o alteración del suelo (Mao, Chen y Zhou, 2023). En el caso peruano, estas herramientas podrían ser adaptadas por el Ministerio de Ambiente (MINAM) y el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP) para mejorar la supervisión de ecosistemas vulnerables, especialmente en regiones amazónicas donde la minería aurífera ilegal continúa expandiéndose.

De acuerdo con Goodchild (2022), el desarrollo de la llamada geointeligencia ambiental combina la geografía, los sistemas de información geográfica (SIG) y la inteligencia artificial en un modelo integral de observación de territorio. Este enfoque ha revolucionado la manera en que los Estados planifican la gestión de sus recursos naturales, pasando de ser un modelo reactivo a uno predictivo y preventivo, donde la información se convierte en una herramienta de soberanía. En este sentido, la IA no solo permite identificar zonas de extracción ilegal, sino también anticipar su desplazamiento hacia nuevos territorios, optimizando la distribución de recursos logísticos y operativos para las fuerzas del orden. Otro aspecto clave se relaciona con el papel de la IA en la gobernanza de datos. Según Piatkowski y Kurek (2024) la digitalización de la gestión

minera a través de sistemas basados en IA fomenta la transparencia institucional al reducir la dependencia del monitoreo manual y minimizar los márgenes de corrupción. Los modelos automatizados de auditoría pueden cruzar bases de datos fiscales, ambientales y comerciales para detectar inconsistencias en los registros de producción y exportación de minerales, fortaleciendo así la trazabilidad del oro y otros recursos estratégicos. Este componente de control tecnológico también responde a exigencias internacionales de sostenibilidad y cumplimiento normativo.

En paralelo, los avances en sensórica inteligentes y redes IoT (Internet de las cosas) están potenciando la capacidad de detección en zonas mineras no registradas. Los sensores distribuidos permiten recopilar información en tiempo real sobre la calidad del aire, el nivel de ruido o las concentraciones químicas asociadas a la refinación artesanal, lo que, combinado con algoritmos de IA, genera alertas automáticas de actividad ilícita (Fernández y Zhao, 2023). Esta tecnología puede ser particularmente útil en regiones como Madre de Dios, donde las operaciones ilegales tienen a desplazarse rápidamente en función del control estatal. Desde una perspectiva comparada, Brasil y Colombia han demostrado que el uso combinado de IA y análisis forense ambiental incrementa significativamente la efectividad del control territorial. En Brasil, los programas “Amazon Minig Watch” y “Planet AI” han logrado identificar más del 70% de los focos de la minería ilegal detectados por la policía ambiental, gracias a la correlación entre datos satelitales y patrones de movimiento logístico (Reuters, 2024). En Colombia, el sistema “Simar II”, emplea algoritmos de aprendizaje profundo para analizar la expansión de la minería de oro aluvial y sus impactos hidrológicos, un modelo que podría replicarse en el Perú con adaptaciones normativas y geográficas.

Finalmente, diversos autores coinciden en que la inteligencia artificial no sustituye, sino complementa la acción humana en la gestión ambiental. Choi (2023, subraya que la efectividad de estas tecnologías depende de la capacidad institucional para procesar y aplicar los datos generados, lo que requiere la formación de equipos multidisciplinario que integren expertos en minería, tecnología y política ambiental. En el mismo sentido, The Guardian (2025) advierte que los Estados deben establecer marcos éticos y legales que regulen el uso de datos satelitales y la privacidad de las comunidades locales, garantizando que la vigilancia tecnológica no vulnera los derechos fundamentales. En conjunto la evidencia científica y técnica confirma que las herramientas de IA, cuando se articulan con políticas públicas sostenibles, constituyen un eje de innovación en la lucha contra la minería ilegal. Su implementación fortalece las capacidades institucionales, los costos de supervisión y promueve la eficiencia en la gestión del

territorio, lo que sitúa al Perú ante la oportunidad de consolidar un modelo de control minero basado en tecnología, transparencia y sostenibilidad.

2.2.2 Bases teóricas de la Categoría 2: Influencia del empleo de Inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal

La minería ilegal constituye una de las principales amenazas para la seguridad y el desarrollo sostenible en el Perú. Diversos estudios coinciden en que esta actividad genera impactos sociales, ambientales y económicos negativos, como la deforestación, la contaminación de ríos con mercurio y la explotación laboral (Bebbington, 2020). En regiones como Pataz, sede la empresa minera La Poderosa, de alcance formal, el problema se agrava por la presencia de redes criminales que financian y controlan la extracción aurífera al margen de la ley (Álvarez y Paredes, 2021).

En el plano legal, el Estado peruano ha implementado normas y estrategias que buscan enfrentar este fenómeno. Las leyes N° 1105, así como los decretos legislativos que regulan la interdicción, han servido de marco normativo para articular la acción de las instituciones como la Policía Nacional, las Fuerzas Armadas y los Gobiernos Regionales. Sin embargo, la literatura advierte que la efectividad de estas medidas depende de la coordinación interinstitucional y del uso de tecnologías innovadoras (García y Morales, 2022).

En este sentido, la incorporación de tecnologías avanzadas, entre ellas la inteligencia artificial, se plantea como recurso fundamental para optimizar los procesos de fiscalización y control. Estudios recientes sostienen que el uso de drones, sensores remotos y plataformas de datos masivos ha fortalecido la capacidad de detección temprana de campamentos y operaciones ilegales, reduciendo los costos y riesgos de intervención. (Delgado y Rojas, 2021). Asimismo, investigaciones en América Latina señalan que la combinación de marcos legales claros, participación comunitaria y herramientas tecnológicas constituye una estrategia integral para reducir significativamente la minería ilegal (Pérez y Herrera, 2023).

La minería ilegal no solo representa una amenaza ambiental o económica, sino también un desafío multidimensional de gobernanza y seguridad nacional. Su expansión en zonas como Madre de Dios, La Libertad y Puno evidencia la débil presencia estatal, la fragmentación de competencias institucionales y la influencia de economías ilícitas interconectadas con el narcotráfico, la trata de personas y el contrabando (Defensoría del Pueblo, 2024). Este fenómeno configura lo que algunos analistas denominan *zonas grises de soberanía*, donde actores no estatales imponen su autoridad económica y coercitiva, erosionando la legitimidad del Estado (Rojas y Mejía, 2023).

Desde una perspectiva estructural, Bebbington y Humhreys (2023) sostienen que la persistencia de la minería ilegal responde a fallas históricas en los procesos de formalización minera, la limitada capacidad de fiscalización y la falta de alternativas económicas sostenibles para las comunidades locales. Estos factores han generado un círculo vicioso de informalidad y violencia, en la que las redes criminales aprovechan la debilidad institucional para consolidar su control territorial. En el caso de Pataz, las investigaciones de Álvarez (2024) muestran la existencia de estructuras paralelas que regulan el acceso a bocaminas y la distribución del oro, actuando bajo esquemas de “gobernanza criminal”. En el marco normativo peruano, si bien ha avanzado en los últimos años con la promulgación de la Ley N° 1105 y la Estrategia Nacional Multisectorial de Lucha contra la Minería Ilegal (2021-2030), aún enfrenta limitaciones en su implementación efectiva. García y Morales (2022) subrayan que las políticas de interdicción requieren fortalecerse mediante un enfoque integral que combine acción coercitiva, desarrollo alternativo y cooperación tecnológica. En la práctica la coordinación entre la Policía Nacional, las FFAA, el Ministerio Público y los gobiernos regionales sigue siendo deficiente, lo que dificulta mantener una presencia sostenida en zonas críticas.

En los últimos años el Estado ha comenzado a incorporar enfoque tecnológico y de inteligencias en sus estrategias de control territorial. Los drones de alta resolución, los sistemas de información geográfica (SIG) y las plataformas de big data permiten identificar y rastrear con mayor precisión los puntos de extracción y las rutas logísticas del oro ilegal. Según Delgado y Rojas (2021), estas herramientas reducen significativamente los costos operativos y el riesgo humano durante las operaciones de interdicción, lo que las convierte en instrumentos estratégicos para la supervisión minera. En Brasil y Colombia, modelos similares han demostrado resultados exitosos, especialmente cuando se integran con sistemas de alerta satelital y colaboración interinstitucional (UNODOC, 2023)

Por otra parte, la participación comunitaria se ha convertido en un pilar esencial para la sostenibilidad de las políticas contra la minería ilegal. Pérez y Herrera (2023), destaca que los programas de vigilancia participativa, combinados tecnologías accesibles, como aplicaciones móviles para el reporte ciudadano—fortalecen la gobernanza local y promueven la corresponsabilidad ambiental. En el Perú, experiencias piloto en las cuencas del Inambari y el río Santiago han mostrado resultados alentadores, especialmente cuando las comunidades reciben incentivos económicos y asistencia técnica para actividades sostenibles, como la reforestación o el ecoturismo (MINAM, 2024)

De manera complementaria, organismos internacionales como el Banco Mundial (2024) y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, 2023) han resaltado la necesidad de integrar la lucha contra la minería ilegal dentro de las políticas de seguridad y desarrollo territorial. Ello implica abordar el problema desde una visión intersectorial; donde converjan la fiscalización ambiental, la inteligencia financiera y el control fronterizo. En este marco, la inteligencia artificial y la minería de datos emergen como instrumentos transversales de apoyo a la toma de decisiones, capaces de identificar redes ilícitas de financiamiento y trazabilidad de minerales en mercados internacionales. Finalmente, la literatura reciente plantea que el éxito de las políticas de control depende de la articulación entre tecnología, normatividad y legitimidad social. La minería ilegal no puede erradicarse únicamente mediante la fuerza, sino mediante la creación de un entorno institucional que incentive la formalización, la transparencia y la innovación. Como señalan García, Morales y Soto (2024), la sostenibilidad de las estrategias requiere una alianza entre Estado, empresa privada y sociedad civil, donde la tecnología funcione como un multiplicador de la capacidad estatal y no como un sustituto de la voluntad política.

En síntesis, la minería ilegal constituye un fenómeno complejo que combina dimensiones económicas, sociales y geopolíticas. Su abordaje demanda políticas integradas que incorporen el uso estratégico de la inteligencia artificial, la cooperación internacional y la participación comunitaria. El caso peruano ofrece un terreno propicio para consolidar un modelo híbrido de control, tecnológico, legal y social, que fortalezca la soberanía sobre los recursos naturales y contribuya a un desarrollo sostenible y seguro.

2.2.3 Bases teóricas de la categoría 3: Eficiencia del empleo de herramientas de Inteligencia artificial.

Recientemente, se han incrementado ciertos fenómenos que afectan significativamente la seguridad del país y el medio ambiente. Entre estos se encuentran la minería ilegal, la deforestación y los cultivos ilícitos. Por ello, surge la necesidad de desarrollar un software que facilite la detección de estos problemas mediante la identificación de patrones, empleando técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje automático aplicadas a imágenes satelitales. La principal finalidad es crear un sistema que utilice herramientas de inteligencia artificial para identificar las problemáticas mencionadas, basándose en la diferenciación de patrones cromáticos y morfológicos presentes en las imágenes satelitales.

Las naciones de todo el mundo están centrando sus esfuerzos en el espacio, desarrollando diversos satélites no solo para obtener control sobre este entorno, sino también para facilitar operaciones militares terrestres. Por ejemplo, según información de la NSA (Agencia de Seguridad Nacional de EE. UU.), Estados Unidos dispone del satélite Delta IV Heavy, que se emplea en la interceptación de señales y en tareas de inteligencia. Por otro lado, Rusia cuenta con el satélite US-KS (Upravlyaemy Sputnik Kontinental Stationary), utilizado en el ámbito militar para prevenir impactos de rocas espaciales.

Una imagen satelital se obtiene mediante un sensor que realiza un barrido sobre la superficie, capturando datos en forma de píxeles y en distintas bandas espectrales. El procesamiento digital de imágenes implica manipular estas imágenes con la ayuda de una máquina, con el objetivo de corregir, perfeccionar o extraer información útil. Estas imágenes miden la energía electromagnética a través de valores que se almacenan en formato digital, proceso que se realiza mediante la conversión de señales analógicas a digitales.

El Centro de Investigación en Tecnologías Aeroespaciales (CITAE) de la FAC, ante la necesidad de expandir sus capacidades en el ámbito espacial para cumplir con su misión de "volar, entrenar y combatir para vencer y dominar en el aire, el espacio y el ciberespacio en defensa de la soberanía, la independencia, la integridad territorial, el orden constitucional y en apoyo a los fines del Estado", reconoció la importancia de los satélites para facilitar el desarrollo de misiones operacionales de la Fuerza Aérea Colombiana (CITAE, 2019).

Según el IDEAM, la deforestación se produce principalmente por la explotación ilegal de tierras, como la minería ilícita y los cultivos ilegales, entre otras actividades. Entre enero y marzo de 2020, se talaron aproximadamente 64,000 hectáreas de selva debido a estas explotaciones ilícitas. Gran parte de los árboles destruidos corresponde a la minería ilegal, que ha sido llevada a cabo por bandas criminales dedicadas a la explotación ilícita de oro, convirtiendo esta actividad en una fuente significativa de ingresos para estos grupos. Además, en 2020, unas 13,000 hectáreas de selva fueron deforestadas por la expansión de cultivos de coca, representando el 8% de la pérdida de bosque en la Amazonía.

2.3 Marco Conceptual

Un marco conceptual integra los principales constructores teóricos y operativos que sustentan la relación entre el uso de inteligencia artificial y el control de la minería ilegal en el Perú, en un contexto donde la seguridad territorial y el desarrollo sostenible se configuran como objetivos estratégicos del Estado. La inteligencia artificial se concibe

como una tecnología transversal capaz de procesar grandes volúmenes de información mediante algoritmos de aprendizaje automático y sistemas predictivos. En el campo de la fiscalización minera, su aplicación permite optimizar la detección de actividades ilícitas, automatizar la clasificación de imágenes satelitales y fortalecer los sistemas de alerta temprana. De esta manera, la IA contribuye a transformar el enfoque de control tradicional basada en operativos reactivos hacia un modelo preventivo y analítico con menores costos y mayor eficacia (Mao, Chen & Zhou, 2023; Delgado & Rojas, 2021).

La minería ilegal es más que un fenómeno delictivo. Se trata de una actividad que tiene un componente complejo con aristas ambientales, económicas y sociales interconectadas. Su impacto negativo se expresa en la deforestación, la contaminación por mercurio, la evasión fiscal y la proliferación de economías criminales. En regiones como la libertad, Madre de Dios o Puno, esta actividad se desarrolla en territorios donde la presencia estatal es débil y las redes delictivas controlan la producción y el comercio aurífero (Álvarez & Paredes, 2021). Frente a ello, la fiscalización minera emerge como un instrumento clave del Estado para garantizar el cumplimiento de las normas ambientales y tributarias. No obstante, su efectividad depende de la coordinación interinstitucional y de la disponibilidad de información oportuna. La incorporación de tecnologías de teledetección satelital, drones y plataformas de Big Data ha demostrado incrementar la precisión de las intervenciones y mejorar la trazabilidad de la cadena productiva del oro (Delgado & Rojas, 2021).

La geo inteligencia ambiental y los sistemas predictivos basados en IA fortalecen significativamente la capacidad operativa de las instituciones responsables de la intervención estatal, al permitir la identificación de zonas de alto riesgo, el reconocimiento de patrones espaciales de deforestación y la generación de evidencia científica que respalda la toma de decisiones (Goodchild, 2022). Esta integración se vincula estrechamente con los principios de la llamada “gobernanza digital”, orientada a promover la transparencia, la interoperabilidad de datos y el acceso público a la información (Piatkowsky y Kurek, 2024). En este sentido, el empleo de IA trasciende su técnica para asumir un rol estratégico y éticos. Contribuye al fortalecimiento de la seguridad territorial al dotar al Estado de capacidades de monitoreo y vigilancia que disuaden la expansión de la minería ilegal y consolidan la presencia institucional en áreas de difícil acceso. Asimismo, su implementación fomenta la participación comunitaria, al incorporar a las poblaciones locales en los sistemas de alerta temprana y en la validación de la información generada por sensores y plataformas de observación aérea (Pérez y Herrera, 2023).

Un ejemplo de esto podría ser el propio VRAEM, debido a que, conforme las carreteras han penetrado por la selva, y junto a esta la conectividad, las poblaciones se han ido comunicando y las organizaciones terroristas han ido retrocediendo hasta perder el control. El enfoque tecnológico se alinea finalmente con los principios del desarrollo sostenible, al buscar equilibrar el aprovechamiento de los recursos naturales con la protección ambiental y la inclusión social. La sostenibilidad tecnológica, entendida como la capacidad de mantener y actualizar los sistemas de IA en el tiempo, garantiza la continuidad de los procesos de fiscalización y la consolidación de políticas públicas basadas en evidencia (Fernández & Zhao, 2023). En síntesis, el marco conceptual propuesto reconoce una interacción dinámica entre cinco componentes fundamentales:

Inteligencia artificial como herramienta tecnológica para la detección, análisis y prevención de la minería ilegal.

Fiscalización minera como proceso institucional que articula tecnología, normativa y acción estatal.

Minería ilegal como variable, problemática que amenaza la sostenibilidad ambiental y la seguridad nacional.

Seguridad territorial como dimensión estratégica que busca garantizar el control del Estado sobre los recursos y el territorio.

Desarrollo sostenible, al que se considera el objetivo final, pues integra la sostenibilidad ambiental, junto a la llamada sostenibilidad social y económica, que no es sino, la capacidad de una sociedad, institución o territorio para mantener su actividad económica en el tiempo sin agotar recursos o generar algún tipo de crisis.

Este entramado conceptual permite comprender que la aplicación de inteligencia artificial no constituye únicamente un avance técnico, sino un recurso estratégico para la gobernanza del territorio, capaz de transformar los mecanismos de control e instrumento de sostenibilidad y seguridad integral.

2.4 Definición de términos básicos

- a. **Aprendizaje automático** (Machine Learning): rama de la inteligencia artificial que permite a los sistemas aprender de los datos y mejorar su rendimiento sin ser programados explícitamente. En minería se usa para clasificar imágenes satelitales, identificar relaves ilegales y predecir zonas de expansión extractiva.

- b. **Desarrollo sostenible:** Modelo que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las futuras generaciones. En el sector minero implica equilibrar la explotación económica con la protección ambiental y la inclusión social.
- c. **Drones o vehículos aéreos no tripulados:** Equipos que realizan vuelos autónomos para capturar imágenes o datos geoespaciales. Su uso en la lucha contra la minería ilegal facilita el monitoreo en áreas inaccesibles y la recolección de evidencia visual en tiempo real.
- d. **Economía criminal minera:** Sistema paralelo de producción y comercio de minerales que se desarrollan fuera del marco legal y vinculado con delitos como evasión fiscal, la trata de personas y el narcotráfico. Este fenómeno afecta a la recaudación fiscal y la estabilidad social en regiones mineras.
- e. **Fiscalización minera:** Conjunto de acciones destinadas a verificar el cumplimiento de las normas que regulan la extracción y comercialización de minerales. Incluye la supervisión de concesiones, control e insumos químicos y aplicaciones de sanciones administrativas o penales.
- f. **Gobernanza digital:** Modelo de gestión pública que integra tecnologías de la información para mejorar la transparencia, la eficiencia y el control. En el ámbito minero, la gobernanza digital permite cruzar datos fiscales, ambientales y judiciales para detectar irregularidades.
- g. **Inteligencia artificial:** se trata de un conjunto de sistemas de origen computacional, cuyo diseño busca replicar los procesos de la inteligencia humana, tales como el aprendizaje y el razonamiento. Una de sus característica más importantes es que identifica patrones y toma decisiones automatizadas, que actúan como multiplicadores y transforman procesos de inteligencia y seguridad.
- h. **Inteligencia ambiental:** Disciplina que combina geografía, ciencia de datos y tecnologías espaciales para la toma de decisiones sobre el territorio. Su aplicación permite generar modelos predictivos de riesgo ambiental y planificar operaciones de control territorial.
- i. **Interdicción:** Medida coercitiva aplicada por el Estado para erradicar la minería ilegal. Mediante la destrucción de maquinaria o insumos, así como el desmantelamiento de campamentos no autorizados. Su eficacia depende de la articulación entre instituciones de seguridad y justicia.
- j. **Minería ilegal:** Actividad extractiva desarrollada sin autorización estatal que incumple normas ambientales, laborales y tributarias. Genera impactos negativos en ecosistemas, economías locales y seguridad ciudadana. En el Perú, esta práctica se vincula con redes criminales dedicadas al tráfico de insumos y lavado de activos.

- k. **Mercurio:** Elemento químico empleado tradicionalmente en la amargura amación del oro, altamente tóxico y prohibido por los convenios internacionales. Su rastreo mediante sensores inteligentes e IA constituye un componente clave del control de insumos críticos.
- l. **Marco legal minero:** Conjunto de normas que regulan la exploración, extracción, transporte y comercialización de minerales. En el Perú, leyes como la N° 1105 y los decretos legislativos sobre la interdicción que sustentan la acción conjunta del Estado frente a la minería ilegal.
- m. **Participación comunitaria:** Involucramiento activo de la población en los procesos de monitoreo y control ambiental. La cooperación entre comunidades, el estado y sector privado refuerzan la legitimidad de las acciones contra la minería ilegal.
- n. **Seguridad territorial.** Condición que garantiza el control estatal efectivo sobre el territorio frente a amenazas como la minería ilegal o el crimen organizado. Las tecnologías de vigilancia y la cooperación interinstitucional fortalecen este componente de la soberanía nacional.
- o. **Sistemas predictivos:** Modelos matemáticos basados en IA que procesan grandes volúmenes de datos para anticipar eventos o conductas. En el contexto minero, permiten pronosticar la aparición de nuevos focos de minería ilegal y planificar la intervención estatal.
- p. **Sostenibilidad tecnológica:** Capacidad de los sistemas digitales y de IA para mantenerse operativos éticos y escalables a largo plazo. En el ámbito minero implica asegurar el mantenimiento de plataformas, la capacitación técnica y la Protección de Datos.
- q. **Teledetección satelital:** Técnica que utiliza sensores instalados en satélites para captar información sobre la superficie terrestre integrada con algoritmos de IA, permiten identificar zonas afectadas por minería ilegal, deforestación o contaminación.
- r. **Trazabilidad minera:** Capacidad de seguir el recorrido de un mineral desde su extracción hasta su comercialización final. Los sistemas basados en IA y Big Data fortalecen la trazabilidad al detectar inconsistencias en volúmenes de producción, transporte o exportación.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1 Enfoque de Investigación

El enfoque empleado en el desarrollo del presente trabajo de investigación es el cualitativo, entendido como aquel que permite una aproximación interpretativa a la realidad social (Denzin y Lincoln, 2011). Este enfoque constituye la herramienta básica para el indagar en las percepciones, valoraciones y experiencias vinculadas a la problemática de la minería ilegal, orientando la investigación a determinar en qué medida una propuesta basa en Inteligencia Artificial puede ser empleada como estrategia de reducción de esta actividad ilícita. La elección del enfoque cualitativo se justifica en tanto posibilita comprender fenómenos complejos en contextos específicos, atendiendo no solo hechos observables, sino también a los significados y dinámicas que subyacen a ellos (Creswell, 2013; Flick, 2015).

3.1.2 Tipo de investigación

La investigación corresponde al tipo teorico-empirico -aplicada, ya que busca utilizar los conocimientos previos en los campos de inteligencia artificial, la seguridad y la minería ilegal, para desarrollar una propuesta tecnológica innovadora que permita contribuir a la reducción de esta actividad ilícita en Pataz, en el periodo 2023-2025. La investigación trasciende el nivel meramente descriptivo, pues pretende generar una herramienta práctica de apoyo a la toma decisiones en el control territorial, con un impacto directo en la seguridad, la protección ambiental y el orden interno.

3.1.3 Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo-propositivo, en tanto busca caracterizar la problemática de la minería ilegal en la provincia de Pataz durante el periodo 2023-2025, así como las capacidades actuales de la inteligencia artificial aplicadas al control de las actividades ilícitas. A partir de esta descripción, se plantea la propuesta de emplear herramientas de inteligencia artificial orientadas a contribuir en la reducción de la minería ilegal, configurando un estudio de carácter aplicado que trasciende el análisis teórico para proyectarse hacia una solución tecnológica práctica.

3.1.4 Método:

El método utilizado en la presente investigación es hermenéutico interpretativo, mediante un estudio de caso no experimental sobre la minería ilegal en Pataz. Este

enfoque se emplea porque las categorías de análisis no son manipulables; en cambio, se observan los fenómenos en su contexto natural tal como se presentan. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), en los estudios no experimentales “las categorías son interpretativas y no se manipulan, sino que se observan en su entorno natural después de su análisis” (p. 152). Además, se trata de un estudio teórico empírico, ya que se realiza un análisis en un momento específico (2023-2025) para caracterizar la situación actual de la minería ilegal en la provincia de Pataz. A partir de esta descripción, se propone el desarrollo de una herramienta de inteligencia artificial destinada a su reducción. Este diseño resulta adecuado porque permite comprender el estado actual del problema y fundamentar técnicamente la solución planteada, sin necesidad de realizar un seguimiento longitudinal. De este razonamiento, se puede inferir la siguiente gráfica:

Situación de la minería ilegal (Diagnóstico)



Caracterización del fenómeno (Descriptivo)



Propuesta de la herramienta de IA (Propositivo)

3.2 Diseño muestral

La población de estudio está conformada por los actores directamente vinculados al fenómeno de minería ilegal en la provincia de Pataz, durante el periodo 2023-2025.

La muestra estuvo conformada por un grupo reducido y representativo de informantes clave, seleccionados mediante un muestreo intencional o por criterio y conveniencia (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), considerando su experiencia y relación directa con el problema de estudio. Se entrevistaron a seis participantes voluntarios y expertos en la materia. La elección de contar con estos especialistas permitió obtener una diversidad de perspectivas que enriquecieron la propuesta de inteligencia artificial.

Figura 3*Tipología del muestreo intencional.*

<i>Tipo</i>	<i>Características</i>
Muestreo de casos extremos.	Estudio de casos ricos en información, de especial interés por no encajar en la norma (Por ejemplo, sujetos que sobresalen por representar casos muy extremos de éxito o fracaso en la sociedad, etcétera).
Muestreo de casos típicos	Estudio de una muestra de individuos que representan características que son comunes dentro de un grupo social extenso.
Muestreo de máxima variación.	Estudio de una pequeña muestra muy heterogénea con el objetivo de descubrir los aspectos compartidos por los individuos que forman la muestra.
Muestreo homogéneo.	Selección de una pequeña muestra muy homogénea para el estudio en profundidad de un grupo social que presenta unas características muy específicas.
Muestreo estratificado intencional	Estudio de diversos estratos sociales con características diferenciales dentro de un mismo colectivo social para facilitar la comparación entre los estratos diferenciados.

Nota : Tomado de Izcara (2014).

3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En cuanto a las técnicas e instrumentos empleados durante el desarrollo del proceso de investigación propuesto, tenemos:

3.3.1 Técnicas

Entrevista semiestructurada: se aplicaron a expertos en seguridad, oficiales de las Fuerzas Armadas y autoridades locales, así como funcionarios de la empresa, relacionados con el control de la minería ilegal en la provincia de Pataz y en el ámbito circunscrito a los predios de la mina La Poderosa, establecida en este lugar.

Análisis documental: se hizo la revisión de leyes, reglamentos, informes institucionales y literatura académica vinculada al marco legal y a la lucha contra la minería ilegal. Por otra parte, se incorporará estudios relacionados al empleo de herramientas de IA y su empleo y raciocinio en temas de seguridad.

3.3.2 Instrumentos

Guía de entrevista semiestructurada, que resultó ser un documento que oriento la recolección de información mediante preguntas abiertas y flexibles, organizadas en torno a las dimensiones de la investigación.

Ficha de análisis documental: que permitió registrar, clasificar y sintetizar la información extraída de normas, informes y literatura especializada.

3.3.3 Validación de los Instrumentos

La validación de los instrumentos se realizó mediante el juicio de expertos, con el objetivo de asegurar su pertinencia, claridad y coherencia con los objetivos de la investigación. Para ellos se seleccionará tres especialistas con experiencia en el ámbito de la seguridad y defensa a partir de inteligencia artificial, la lucha contra la minería ilegal y en metodologías de investigación cualitativa.

Cada experto evaluó los instrumentos elaborados por los investigadores, incluyendo la guía de entrevista semiestructurada y la ficha de análisis documental. Para ello, considerarán criterios como la claridad y precisión en la redacción, la relevancia y pertinencia de las preguntas formuladas, así como la coherencia entre las dimensiones de la investigación y los objetivos planteados. Como parte del proceso de sistematización, se utilizó una ficha de evaluación de instrumentos que permitió recopilar observaciones y sugerencias de mejora. En caso de ser necesario, y de manera posterior, fue necesario realizar los ajustes identificados con el fin de garantizar la validez y confiabilidad de los instrumentos antes de iniciar el trabajo de campo.

3.4 Técnica de procesamiento y análisis de información

Para el procesamiento de los datos recopilados, se empleó la técnica manual o artesanal, mientras que el análisis se realizó desde una perspectiva hermenéutica, con el fin de comprender e interpretar el material obtenido a partir de la documentación y las entrevistas. En este proceso, se definieron las unidades de análisis que posteriormente conceptualizaron como categorías. Estas categorías pasaron por procesos de codificación axial y selectiva para facilitar su análisis y síntesis. Este método facilitó la adquisición de una comprensión empírica sobre la inteligencia artificial como herramienta efectiva para reducir la minería ilegal en la Región Pataz. En este sentido, Hernández y Mendoza (2018) señalan:

"El proceso general para analizar datos cualitativos, fundamentado en unidades, categorías y temas, tiene como objetivo comprender en profundidad los fenómenos, generar teorías o resolver problemas, especialmente cuando se trabaja con grandes volúmenes de información. En este estudio, se empleó un enfoque cualitativo mediante el método hermenéutico interpretativo, en el cual los hallazgos emergen de manera constructiva y dinámica. Este proceso no es lineal, sino que se caracteriza por ser

iterativo y recurrente, requiriendo en ocasiones regresar al campo para recopilar datos adicionales y enriquecer el análisis. (p. 449)

Tabla 1

Tabla analítica – IA, control territorial y minería ilegal

Categorías	Subcategoría	Observable	Unidad de Análisis
Implementación Tecnológica	Infraestructura y Operatividad	Disponibilidad tecnológica con capacidad operativa limitada.	Brecha de Capacidad Operativa
Implementación Tecnológica	Infraestructura y Operatividad	Expansión perceptiva condicionada por limitaciones logísticas.	Expansión Condicionada del Campo Perceptivo
Aplicaciones de IA	Inteligencia Situacional	Mayor precisión con integración institucional desigual.	Asimetría de la Inteligencia Accionable
Aplicaciones de IA	Respuesta Operativa	Reducción del tiempo de respuesta, dependencia logística.	Dependencia Dual Tecnología-Logística
Reducción de la Minería Ilegal	Dinámicas Criminales	Desplazamiento del delito más que eliminación.	Elasticidad Criminal Territorial
Reducción de la Minería Ilegal	Resultados Territoriales	Reducción focalizada pero no sostenida.	Reducción Parcial y Temporal
Control Territorial	Gobernanza	Control táctico sin garantizar control social.	Control Tecnológico sin Control Social
Control Territorial	Legitimidad Social	Seguridad percibida vs vigilancia intrusiva.	Legitimidad Condicionada del Estado
Capacidades Institucionales	Gestión Institucional	Capacidades desiguales, alta rotación.	Vulnerabilidad del Factor Humano
Capacidades Institucionales	Coordinación	Sistemas paralelos y baja interoperabilidad.	Gobernanza Fragmentada de la IA
Transformaciones del Territorio	Cambios Criminales	Reconfiguración del delito.	Reconfiguración Territorial del Delito
Transformaciones del Territorio	Cambios Ambientales	Reducción no sostenida de deforestación.	Recuperación Ambiental Condicionada
Eficacia Operativa	Rendimiento Táctico	Mayor precisión y menor riesgo.	Incremento Táctico de Eficiencia
Eficacia Operativa	Rendimiento Estratégico	Uso creciente de análisis predictivo.	Estrategización del Monitoreo
Percepción de Seguridad	Confianza	Seguridad sentida mezclada con temor.	Seguridad Sentida vs Temida
Percepción de Seguridad	Privacidad	Preocupación por vigilancia invasiva.	Tensión Ética de la Vigilancia

3.7 Aspectos éticos

El presente estudio se basó en los principios éticos que rigen la investigación científica y las recomendaciones académicas de la Escuela Superior de Guerra del Ejército del Perú. Por tales reglas, se garantizará el respeto a la expresión de los participantes y a los derechos de los autores consultados, de manera escrupulosa. La confidencialidad y privacidad de la información proporcionada por los entrevistados tienen carácter de reservado, y la información vertida solo será utilizada para fines académicos y no se divulgarán nombres ni referencias que permitan su identificación sin el consentimiento del entrevistado, excepto en los casos que este esté de acuerdo con proporcionarla. Se solicitará el llamado “consentimiento informado”, asegurando que la participación del entrevistado o colaborador sea de manera libre, voluntaria y sin coacción, bajo el respeto que requiere este tipo de investigaciones.

Con respecto a los resultados, se priorizaron la veracidad en la data y resultados consecuentes, evitando la tendencia a la distorsión que pudiera perder la real objetividad del trabajo. Finalmente, en lo que respecta a las fuentes de información, se aplicarán rigurosamente las normas de citación y referencia según APA 7, asegurando el respeto por la propiedad intelectual de los autores consultados y evitando el plagio.

Figura 4

Características de los principales diseños cualitativos.

Característica	Teoría fundamentada	Etnográficos	Narrativos	Fenomenológicos	Investigación/ acción
Disciplinas en las cuales se cuenta con más antecedentes.	Ciencias sociales y del comportamiento humano, ciencias de la salud, ingenierías.	Antropología, arqueología, ciencias administrativas (negocios).	Humanidades (historia) y ciencias sociales y de la salud.	Psicología, educación, ciencias de la salud, ciencias naturales e ingenierías.	Ciencias sociales, ciencias ambientales, ciencias de la salud e ingenierías.
Objeto de estudio.	Proceso, acción o interacciones entre individuos.	Sistema social (como un todo).	Uno o más individuos y sus historias. Varias historias de un evento.	Individuos que hayan compartido la experiencia o el fenómeno.	Problemática de un grupo o comunidad (académica, social, política, etcétera).
Instrumentos de recolección de los datos más comunes.	Entrevistas y grupos de enfoque.	Observación participante, notas de campo, entrevistas, documentos (de toda clase) y artefactos.	Entrevistas y documentos (escritos, audio y video).	Observación, entrevistas y grupos de enfoque.	Entrevistas, reuniones grupales (grupos de enfoque, foros de discusión, reuniones de trabajo) y cuestionarios (preguntas abiertas y cerradas).

Nota: Los estudios que involucran fenómenos educativos pueden ser analizados por medio de los Diseños Fenomenológicos. Fuente: Hernández y Mendoza (2018).

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y SÍNTESIS

4.1 Definición de las Categorías y Subcategorías

En la investigación cualitativa, las categorías constituyen constructos conceptuales que permiten organizar los datos en torno a dimensiones centrales del fenómeno, mientras que las subcategorías representan desagregaciones más específicas que precisan aspectos particulares del análisis, según Ñaupas et al. (2018), las categorías deben estar sustentadas en fragmentos y evidencias empíricas que garanticen su validez y credibilidad científica, evitando que sean simples apreciaciones subjetivas del investigador, en la misma línea, Izcara(2014) sostiene que la construcción de categorías se lleva a cabo a través de un proceso sistemático de codificación abierta, axial y selectiva, en el cual los datos son descompuestos, comparados e integrados en estructuras analíticas que reflejan los significados emergentes del campo de estudio, de manera complementaria, Hernández et al (2014) destacan que las categorías y subcategorías no se limitan a clasificar información, sino que cumplen también una función explicativa, al establecer relaciones entre condiciones, acciones y consecuencias, consolidándose en un eje central que otorga coherencia y solidez al análisis.

En el desarrollo de la presente investigación, la construcción de categorías y subcategorías se realizó siguiendo un proceso secuencial de codificación abierta, axial y selectiva, de acuerdo con la orientación metodológica de Izcara (2014) y Hernández Sampieri et al (2014).

En la codificación abierta, la información obtenida de entrevistas semiestructuradas, observación directa y análisis documental fue fragmentada en unidades de significado, a las cuales se asignaron códigos iniciales, este procedimiento permitió identificar patrones y conceptos recurrentes que constituyeron la base para el surgimiento de las primeras subcategorías.

Posteriormente, en la codificación axial, dichos códigos se reagruparon en torno a ejes conceptuales que vincularon condiciones, acciones y consecuencias, lo que permitió articular las dimensiones de análisis de manera más coherente, en este estudio, esta etapa facilitó la identificación de categorías asociadas a las capacidades logísticas y administrativas, las capacidades de defensa civil contra desastres naturales, la propuesta de mejora y las limitaciones institucionales y organizacionales.

En la codificación selectiva, se integraron las categorías principales en un marco explicativo central, consolidado a través de la triangulación de fuentes (entrevistas, observación y documentos normativos), este procedimiento permitió depurar las categorías, otorgándoles mayor consistencia y relevancia en función de los objetivos de investigación.

De este proceso emergió una estructura categorial sólida que explica cómo las Fuerzas Armadas desarrollan sus capacidades en la protección del medio ambiente, qué limitaciones enfrentan y qué propuestas pueden formularse para fortalecer su desempeño, esta construcción metodológica no solo garantizó la coherencia del análisis, sino que también aportó un soporte empírico que valida la interpretación de los resultados.

4.1.1 Recolección de datos

La recolección de datos fue llevada a cabo bajo la responsabilidad directa del investigador, en un período que abarcó desde marzo hasta noviembre de 2025. Este proceso comenzó con el envío de cartas y oficios pertinentes para obtener los permisos necesarios de acceso al campo y la autorización para aplicar las técnicas de investigación planeadas. Según el enfoque de Hernández y Mendoza (2018), la inmersión inicial se caracteriza por el momento en que el investigador comienza a recolectar y analizar la información, permitiendo así observar los fenómenos en su entorno habitual. Este aspecto es fundamental para captar la dinámica real del contexto estudiado. Por otro lado, la metodología cualitativa, como lo señala Salgado (2007), ha permitido un enfoque multidisciplinario que atrae a profesionales de diversas áreas, lo que ha sido esencial en esta investigación para comprender el carácter particular de los participantes, especialmente aquellos con formación militar, quienes expresan sus ideas con un estilo distintivo.

Las técnicas utilizadas para el procesamiento y análisis de los datos incluyeron entrevistas y análisis documental. Estas herramientas permitieron recopilar información desde la perspectiva de los participantes, y el proceso de transcripción facilitó un análisis sistemático que llevó a la identificación de unidades de análisis. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), estas unidades se forman a medida que se recolectan los datos, revisando constantemente para asegurarse de que la información obtenida sea relevante para el problema de investigación. En este sentido, Salcedo (2007) argumenta que la realidad es una construcción social, lo que implica que múltiples interpretaciones pueden ser capturadas durante la investigación. Esto refuerza la

necesidad de contar con varios entrevistados para obtener una visión más completa del fenómeno estudiado.

Para garantizar la confiabilidad de la investigación y minimizar posibles sesgos, se elaboraron los instrumentos con un alto grado de profesionalismo, y se solicitó a especialistas que revisaran y validaran dichos instrumentos. Tras la primera revisión, se consideraron las entrevistas para realizar mejoras, y luego se sometieron nuevamente a revisión. Finalmente, cada especialista emitió un informe favorable, permitiendo la aplicación de los instrumentos. Vargas (2011) destaca la existencia de una amplia gama de técnicas de recolección de datos, tal como se presenta en la Figura 5.

Figura 5

Técnicas usadas en la recolección de datos en la investigación cualitativa



Observación

- La observación es una técnica que permite al investigador obtener información directa sobre el comportamiento y las interacciones de los sujetos en su entorno natural. Este método es invaluable para captar detalles y dinámicas que podrían no ser revelados a través de otros medios, proporcionando una visión más rica y contextualizada del fenómeno en estudio.



Entrevista

- La entrevista es una técnica cualitativa que facilita la obtención de información detallada y profunda sobre las percepciones, experiencias y opiniones de los participantes. A través de un diálogo estructurado o semiestructurado, el investigador puede explorar temas específicos, permitiendo una comprensión más profunda del contexto y las motivaciones de los sujetos.



Análisis de documentos

- El análisis de documentos implica revisar y evaluar materiales escritos como informes, cartas, archivos y otros documentos relevantes. Esta técnica permite al investigador acceder a información que puede no estar disponible de otra manera, proporcionando un contexto histórico o una perspectiva adicional sobre el tema en estudio.

Nota. Adaptado de Vargas (2011) y, Hernández y Mendoza (2018)

4.1.2 Entrevista semiestructurada

La entrevista semi estructurada es un método en el que el entrevistador cuenta con una guía de preguntas preparadas con anticipación, pero tiene la libertad de modificarlas, profundizar en temas específicos y formular preguntas adicionales según la situación y las respuestas del entrevistado. Creswell, John W. (2014). Este enfoque

combina aspectos de las entrevistas estructuradas y no estructuradas, lo que permite obtener información más detallada y enriquecedora, al mismo tiempo que mantiene cierta organización y coherencia en la recopilación de datos. Es frecuentemente utilizado en investigaciones cualitativas, ya que facilita explorar en profundidad las perspectivas, experiencias y opiniones de los participantes

Para este estudio, la recolección de datos, especialmente la entrevista, se realizó en el Comando de Educación y Doctrina del Ejército (COEDE). Los investigadores trabajan en dicha dependencia, lo que facilita la recopilación de información tanto de especialistas como de fuentes bibliográficas, las cuales aportan datos clave para cumplir con los objetivos de la investigación. Por lo tanto, se optó por un muestreo no probabilístico por intención, caracterizado por seleccionar a los participantes en función de su relevancia y accesibilidad. dentro de su entorno natural y cotidiano, tal como sugieren Hernández y Mendoza (2018).

La ventaja de trabajar en el Comando de Educación y Doctrina del Ejército (COEDE) radica en que facilita significativamente el desarrollo de investigaciones académicas y científicas. Este entorno institucional ofrece un espacio propicio para que los investigadores puedan acceder a una amplia variedad de recursos, conocimientos y experiencias. En el COEDE, se forma y produce conocimiento en diversas disciplinas, abarcando todos los niveles educativos, desde la formación básica hasta la superior, con la participación de profesionales especializados en distintas áreas.

Además, el COEDE cuenta con un cuerpo de expertos provenientes tanto de instituciones nacionales como extranjeras, lo que enriquece el proceso investigativo y promueve el intercambio de ideas y metodologías innovadoras. La colaboración con profesionales de diferentes especialidades y procedencias académicas permite abordar los temas de investigación desde múltiples perspectivas, fortaleciendo la rigurosidad y la calidad de los resultados.

Este ambiente multidisciplinario y multicultural no solo favorece la generación de conocimiento de alto nivel, sino que también impulsa la innovación y la transferencia de conocimientos que benefician tanto al ejército como a la comunidad académica y científica en general. En resumen, trabajar en el COEDE representa una oportunidad única para los investigadores de ampliar sus horizontes, acceder a recursos especializados y colaborar con expertos de diversas áreas, lo que, sin duda, enriquece y facilita el proceso investigativo.

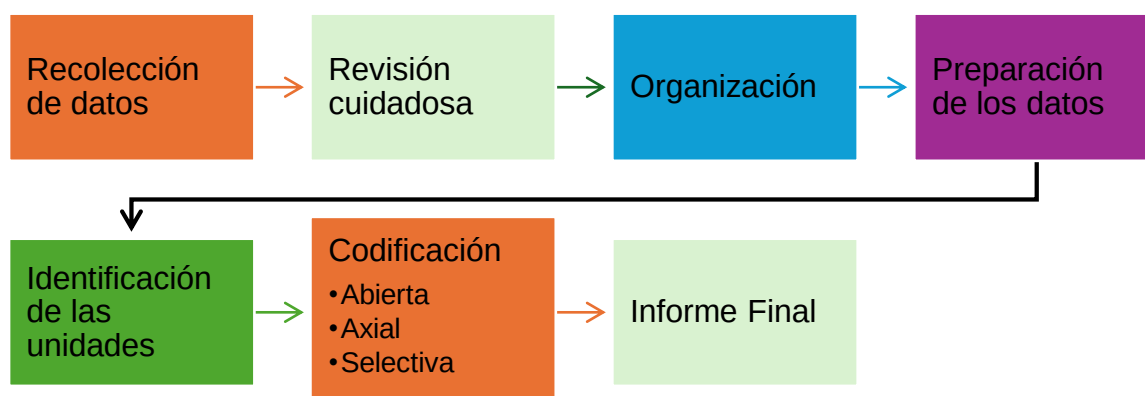
Para la realización de la entrevista, se empleó la Guía de Entrevista Semiestructurada, la cual constituyó un instrumento fundamental para orientar de manera efectiva la

recopilación de información. Esta guía estuvo compuesta por un conjunto de nueve (09) preguntas abiertas y flexibles, diseñadas específicamente para fomentar respuestas detalladas y enriquecedoras por parte de los participantes. Los entrevistados fueron seis (06) especialistas en Inteligencia Artificial, con experiencia y conocimientos enfocados en la problemática de la minería ilegal.

Las preguntas se organizaron en torno a las distintas dimensiones de la investigación, permitiendo así una exploración integral del tema. La estructura semiestructurada facilitó la apertura de diálogo, brindando la flexibilidad necesaria para profundizar en aspectos relevantes que surgieran durante la entrevista, además de asegurar que se abordaran todas las áreas clave del estudio. Este enfoque permitió no solo recopilar datos cualitativos valiosos, sino también captar las perspectivas y experiencias particulares de los expertos, enriqueciendo significativamente el análisis y las conclusiones del proyecto.

Figura 6

Técnica de procesamiento y análisis de datos



Nota. Adaptado de Hernández y Mendoza (2018, p.509)

4.1.3 Análisis documentario

Para la recolección de datos y realizar el análisis documentario se empleó la ficha documental, que se fundamenta en un enfoque documental exhaustivo, que implica la revisión y análisis de diversas fuentes secundarias. Se recopilaron informes oficiales, estudios académicos, artículos periodísticos y documentos gubernamentales relacionados con la minería ilegal en Pataz, así como con las tecnologías de inteligencia artificial aplicadas a la vigilancia y control ambiental. Esta metodología permitió obtener información relevante sobre el contexto, las causas, los efectos y las acciones existentes frente a la problemática, facilitando una comprensión integral y actualizada.

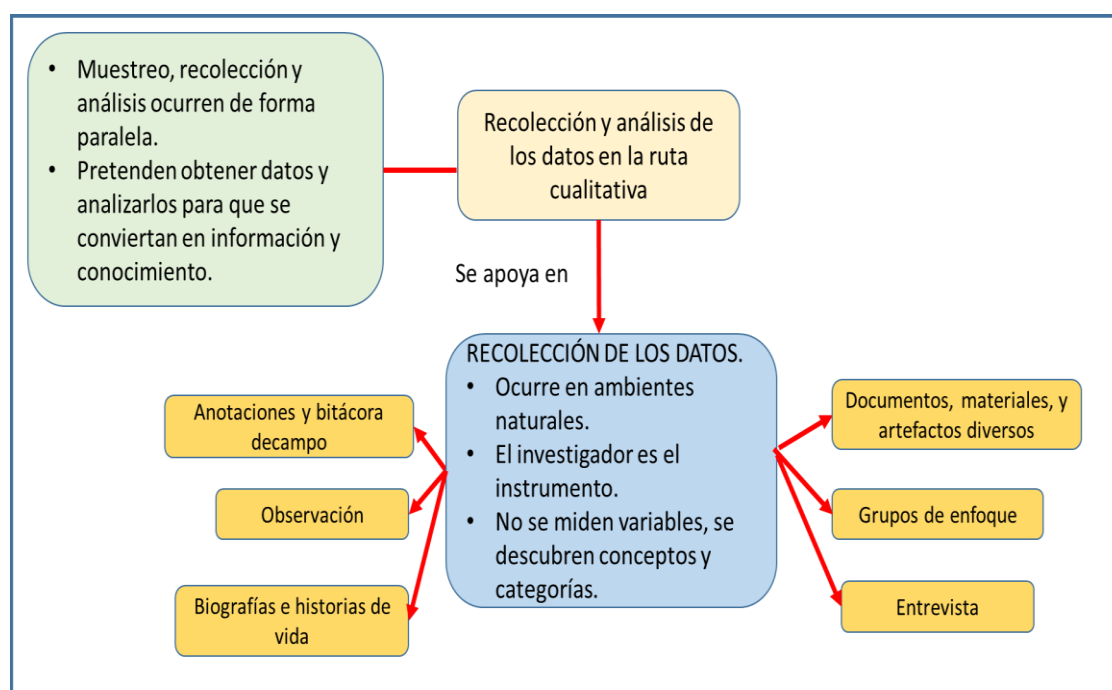
Asimismo, se realizó una revisión de antecedentes y casos similares a nivel nacional e internacional, con el objetivo de identificar buenas prácticas, herramientas tecnológicas

existentes y posibles enfoques innovadores para abordar la minería ilegal mediante inteligencia artificial. La recopilación documental incluyó también informes de organizaciones ambientales, ONG y entidades de control, que aportan datos sobre las operaciones ilícitas, los impactos socio ambientales y las estrategias de intervención implementadas. Este proceso permitió establecer un marco teórico sólido y fundamentado para el diseño de la propuesta tecnológica, garantizando que la solución propuesta sea pertinente, viable y alineada con las necesidades del contexto de Pataz.

Finalmente, la recopilación de datos documentales se complementó con el análisis de normativas, políticas públicas y regulaciones vigentes relacionadas con la minería y el uso de tecnologías en la región. La revisión de estos documentos permitió identificar vacíos y oportunidades en el marco legal, así como definir los requisitos y parámetros que debe cumplir la herramienta de inteligencia artificial propuesta. Este enfoque metodológico asegura que la propuesta se base en información confiable, actualizada y relevante, fortaleciendo la pertinencia y el impacto potencial de la investigación en la lucha contra la minería ilegal en Pataz.

Figura 7

Recolección de datos en la ruta cualitativa



Nota. La obtención de datos se llevó a cabo en el ámbito de la investigación mediante la observación, la revisión de documentos y las entrevistas. Según lo señalado por Hernández y Mendoza (2018)

Tabla 2*Codificación de la información y su relación con las categorías apriorísticas*

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	PATRONES
C1. Herramientas de inteligencia artificial. Subcategorías	Sc1. Implementación tecnológica	Automatización
		Capacitación
	Sc2. Aplicaciones en acciones de seguridad	Recursos
		Ilegalidad
	SC3. Sc3. Nivel de eficiencia	Ámbito regional
		Seguridad y defensa
C2. Reducción de la minería ilegal Subcategorías:	Sc4. Disminución de actividades ilícitas	Contaminación
		Afectaciones
	Sc5. Resultados de control territorial.	Imágenes satelitales
		Indicadores
	SC6. Impacto en indicadores de seguridad.	Medio ambiente
		Brechas institucionales
C3. Eficiencia del empleo de herramientas de IA.	Sc7. Optimización de procesos	Deforestación
		Computadora y drones
	Sc8. Toma de decisiones mejorada	Incidentes
		Costos
	Sc9. Personalización y experiencia del usuario	Impacto
		Liderazgo

Nota: Tabla que ilustra la organización de datos

Tabla 3*Organización de los datos*

Entrevista semiestructurada	Análisis Documental	Trabajo de campo
Guía de entrevista	Ficha documental	Bitacora
- Entrevistado 1 Ex jefe de Telemática EP - Entrevistado 2 Ing Minas en Pataz - Entrevistado 3 Mag.especialista en IA - Entrevistado 4 Mag.especialista en IA - Entrevistado 5 Jefe de Seguridad - Entrevistado 6 OO de Seguridad en mina	- Implementación tecnológica - Aplicaciones en acciones de seguridad - Nivel de eficiencia - Disminución de actividades ilícitas - Resultados de control territorial. - Impacto en indicadores de seguridad. - Optimización de procesos - Toma de decisiones mejorada - Personalización y experiencia del usuario	El trabajo de campo, que incluyó entrevistas y la recopilación de fichas documentales, se llevó a cabo en las instalaciones del COEDE. Sin embargo, para coordinar y obtener fuentes de datos, se acudió al CGE, MINAM y MINEM. En dichas instalaciones, se recabó información tanto documental como verbal, destacándose la buena disposición de los interlocutores para colaborar con la investigación, especialmente considerando la complejidad del tema abordado y el impacto de la minería ilegal en Pataz.

Nota. Tabla que indica cómo se organizaron los datos según la Fuente de información

Tabla 4*Definición de categorías a partir de la entrevista*

Código	Testimonio de los entrevistados	UUAA
P1) ¿Qué beneficios y desafíos se consideran al integrar la herramienta de inteligencia artificial en los sistemas existentes de monitoreo y control en Pataz?		
E1	La inteligencia artificial tiene la capacidad de procesar grandes cantidades de datos en tiempo real, identificando anomalías o patrones que podrían ser difíciles de detectar por las personas. Esto facilita una detección más rápida y precisa de problemas, optimizando las operaciones y minimizando riesgos.	UA1
E2	La IA puede automatizar tareas repetitivas y procesos de supervisión, permitiendo que el personal se enfoque en actividades más complejas. Además, puede tomar decisiones inmediatas basadas en los datos disponibles, mejorando la respuesta ante incidentes o cambios en las condiciones operativas.	
E3	Utilizando modelos predictivos, la IA puede prever fallas o deterioros en equipos y sistemas, facilitando el mantenimiento preventivo. Esto ayuda a reducir costos de reparación, evitar paradas imprevistas y aumentar la disponibilidad de la mina.	
E4	Integrar IA en sistemas heredados puede ser desafiante, ya que estos sistemas a menudo no están diseñados para interactuar con tecnologías modernas. Requiere una planificación cuidadosa, inversión en infraestructura y, en ocasiones, reemplazos o actualizaciones de equipos.	
E5	La adopción de IA exige que el personal adquiera nuevas habilidades y conocimientos. Puede existir resistencia al cambio, por lo que es importante invertir en capacitación y en gestionar una cultura organizacional que valore y aproveche las nuevas tecnologías.	
E6	El uso de IA genera inquietudes relacionadas con la seguridad de los datos, la privacidad y las decisiones automatizadas. Es esencial establecer protocolos claros, proteger la información y definir límites en las decisiones automáticas para prevenir errores o mal uso.	

P2) ¿Cómo puede la herramienta de inteligencia artificial mejorar la detección temprana y la respuesta ante actividades ilegales de minería en la región de Pataz?		
E1	La inteligencia artificial puede procesar grandes volúmenes de imágenes satelitales en tiempo real para identificar cambios en el uso del suelo, como la apertura de nuevas áreas de minería no autorizada. Los algoritmos de reconocimiento de patrones pueden detectar signos de actividades ilegales, como la deforestación y la excavación, mucho antes de que sean evidentes a simple vista, permitiendo una respuesta rápida de las autoridades.	UA2
E2	El uso de drones equipados con cámaras y sensores, junto con sistemas de IA, permite vigilar áreas remotas o de difícil acceso en Pataz. La IA puede analizar las transmisiones en vivo o los datos recopilados para identificar movimientos o actividades sospechosas, facilitando una detección temprana y una intervención oportuna por parte de las fuerzas del orden.	
E3	Mediante el análisis de datos históricos sobre actividades mineras ilegales, la IA puede identificar patrones y tendencias recurrentes, como zonas con mayor incidencia o períodos de mayor actividad. Esto ayuda a predecir posibles puntos de actividad futura, permitiendo a las autoridades focalizar recursos y esfuerzos en las áreas más vulnerables.	
E4	La IA puede integrar diferentes fuentes de información, como denuncias ciudadanas, informes policiales, datos satelitales y registros ambientales, creando una plataforma que alerta automáticamente sobre posibles actividades ilegales. Esto facilita una respuesta coordinada y eficiente, acelerando las acciones de fiscalización y control.	
E5	A través del análisis de datos de maquinaria y consumo energético, la IA puede detectar anomalías que sugieran actividades mineras ilegales, como maquinaria sin permisos o uso excesivo de recursos. Esta detección temprana permite a las autoridades actuar antes de que las actividades causen daños ambientales significativos.	
E6	La inteligencia artificial ayuda a priorizar áreas de intervención basándose en riesgos y evidencias recopiladas, optimizando el despliegue de recursos humanos y tecnológicos. Esto asegura que las acciones contra la minería ilegal sean más efectivas, eficientes y sostenibles en el tiempo, protegiendo mejor el medio ambiente y la comunidad de Pataz	
P3) Qué indicadores se utilizarán para medir la efectividad y el impacto de la herramienta de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz		

E1	La IA puede procesar grandes volúmenes de imágenes satelitales y de drones para identificar cambios en el paisaje que indiquen actividades mineras no autorizadas. Algoritmos de visión por computadora detectan maquinaria, caminos nuevos o alteraciones en el terreno en tiempo real, permitiendo una rápida identificación de actividades ilegales y facilitando una respuesta rápida.	UA3
E2	Los modelos de aprendizaje automático pueden aprender los patrones habituales de minería legal y actividades permitidas en la región. Cuando se detectan patrones anómalos, como movimientos inusuales de maquinaria o actividades en horarios inusuales, la IA alerta a las autoridades, permitiendo una intervención temprana antes de que la actividad ilegal cause daños mayores.	
E3	Integrando datos de diferentes fuentes (satélites, sensores, redes sociales), la IA puede ofrecer monitoreo en tiempo real y generar alertas automáticas sobre posibles actividades ilegales. Esto reduce el tiempo de respuesta, permitiendo que las autoridades actúen rápidamente ante indicios de minería no autorizada	
E4	La IA puede analizar datos históricos y en tiempo real para planificar patrullajes efectivos en las áreas con mayor riesgo de minería ilegal. Esto ayuda a optimizar el uso de recursos humanos y materiales, aumentando la eficiencia en la vigilancia y la detección de actividades ilícita	
E5	La inteligencia artificial puede rastrear y analizar información en redes sociales y comunicaciones públicas para identificar posibles indicios o denuncias relacionadas con actividades mineras ilegales. Esto complementa los métodos tradicionales y puede revelar operaciones antes de que se vuelvan visibles en el terreno.	
E6	Utilizando datos históricos y actuales, la IA puede construir modelos predictivos que identifiquen zonas con alta probabilidad de actividades ilegales. Esto permite a las autoridades concentrar esfuerzos en áreas específicas, previniendo posibles daños ambientales y sociales antes de que ocurran.	
P4) ¿En qué medida considera que la implementación de la herramienta de inteligencia artificial ha contribuido a reducir las actividades ilícitas de minería ilegal en Pataz entre 2023 y 2025?		
E1	La inteligencia artificial ha permitido analizar imágenes satelitales de manera constante, identificando áreas donde la minería ilegal se desarrolla. Esto ha facilitado una detección temprana y una respuesta rápida por parte de las autoridades, reduciendo significativamente las actividades ilícitas.	UA4

E2	Gracias a algoritmos de aprendizaje automático, se han podido identificar patrones y tendencias en las actividades mineras ilegales. Esto ha permitido anticipar posibles puntos de actividad ilícita, implementando medidas preventivas antes de que ocurran incidentes, lo que ha contribuido a su disminución.	
E3	La IA ha facilitado la asignación eficiente de recursos humanos y tecnológicos, priorizando las zonas con mayor probabilidad de actividad ilegal. Esto ha incrementado la eficacia de los operativos, logrando reducir las áreas donde se realiza minería ilegal.	
E4	Los sistemas de visión por computadora, alimentados por IA, han permitido identificar maquinaria y actividades sospechosas en zonas de minería, incluso en condiciones de baja visibilidad o encubiertas. Esto ha llevado a una mayor intervención y cierre de actividades ilícitas.	
E5	La implementación de plataformas basadas en IA ha facilitado la integración de datos entre diferentes instituciones, como la policía, la fiscalía y las autoridades ambientales. Esta colaboración coordinada ha resultado en acciones más efectivas contra la minería ilegal, contribuyendo a su reducción	
E6	La IA ha sido utilizada también para analizar información proveniente de comunidades, identificando posibles focos de minería ilegal y promoviendo campañas de sensibilización. La participación comunitaria, apoyada por estas tecnologías, ha fortalecido la lucha contra las actividades ilícitas, logrando una disminución progresiva entre 2023 y 2025.	
P5) ¿Cómo evalúa los cambios en el control territorial y la vigilancia en las zonas afectadas por la minería ilegal tras la aplicación de la herramienta de inteligencia artificial en el período 2023-2025?		
E1	La inteligencia artificial (IA) permite analizar grandes volúmenes de datos satelitales y de sensores en tiempo real, facilitando la identificación temprana de movimientos y actividades sospechosas relacionadas con la minería ilegal. La evaluación se realiza comparando la cantidad y precisión de las detecciones antes y después de implementar estas herramientas, evidenciando una mejora en la capacidad de respuesta y prevención.	UA5
E2	Las soluciones de IA, como el aprendizaje automático y el análisis de imágenes satelitales, mejoran la precisión en la delimitación de áreas afectadas y en la identificación de cambios en el uso del suelo. Se evalúa mediante mapas de cambio territorial y registros de intervenciones, observando si hay una reducción en las zonas de minería ilegal y un control más efectivo de las áreas protegidas.	

E3	Tras la aplicación de IA, se espera una disminución en las actividades de minería ilegal, reflejada en menos incidentes registrados y en la disminución de áreas identificadas como afectadas. La evaluación incluye análisis estadísticos de incidentes reportados, además de encuestas y reportes de las fuerzas de seguridad sobre la presencia de actores ilegales	
E4	La IA automatiza tareas de análisis y vigilancia, permitiendo que las fuerzas de seguridad enfoquen sus recursos en áreas de mayor riesgo. La evaluación se realiza midiendo el uso eficiente del personal y los recursos, así como la reducción en costos operativos, comparando períodos antes y después de la implementación.	
E5	Las plataformas de IA facilitan la integración de datos entre diferentes agencias gubernamentales, fortaleciendo la vigilancia colaborativa. La evaluación se basa en la frecuencia y efectividad de las comunicaciones y acciones conjuntas, así como en la rapidez en la respuesta ante amenazas detectadas.	
E6	La mayor vigilancia y control contribuyen a reducir la deforestación y la contaminación causadas por la minería ilegal, protegiendo ecosistemas y comunidades vulnerables. La evaluación incluye indicadores ambientales, como tasas de deforestación y calidad del agua, además del bienestar social de las comunidades locales, comparando datos antes y después de la aplicación de la IA.	
P6) ¿Qué impacto ha tenido la utilización de la herramienta de inteligencia artificial en los indicadores de seguridad y orden público en la región de Pataz durante los años 2023 a 2025?		
E1	La implementación de sistemas de inteligencia artificial ha permitido analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones y zonas de mayor riesgo. Esto ha facilitado la anticipación de actividades delictivas, contribuyendo a una disminución en la incidencia de delitos en áreas específicas, especialmente en delitos menores y robos, durante estos años.	UA6
E2	La IA ha optimizado la asignación de recursos y patrullajes, brindando a las fuerzas de seguridad información en tiempo real sobre incidentes y tendencias delictivas. Como resultado, se ha logrado una respuesta más rápida y efectiva ante eventos, mejorando la percepción de seguridad en la comunidad.	
E3	Herramientas de reconocimiento facial y análisis de video con IA han permitido identificar sospechosos en tiempo real y prevenir delitos mayores, como delitos violentos o hechos relacionados con el narcotráfico. Esto ha contribuido a la estabilización del orden público en ciertos sectores de Pataz.	

E4	Plataformas digitales asistidas por IA han facilitado la denuncia de delitos y la comunicación entre la comunidad y las autoridades, aumentando la participación ciudadana en temas de seguridad. Esto ha fortalecido la confianza en las instituciones y promovido una cultura de colaboración en la prevención del delito.	
E5	La IA ha sido utilizada para modelar y predecir situaciones de emergencia, como incendios o deslizamientos, que impactan la seguridad pública. La capacidad de anticipar eventos ha permitido una respuesta más coordinada y oportuna, minimizando riesgos para la población.	
E6	A pesar de los beneficios, el uso de inteligencia artificial también ha presentado desafíos relacionados con la protección de datos, posibles sesgos en los algoritmos y la privacidad. Estos factores han requerido la creación de marcos regulatorios y controles para garantizar que la utilización de IA contribuya efectivamente a la seguridad sin vulnerar derechos fundamentales.	
P7) ¿De qué manera considera que la implementación de una herramienta de inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia en la detección y monitoreo de actividades ilegales en zonas mineras?		
E1	La IA puede procesar rápidamente datos provenientes de diversas fuentes, como imágenes satelitales, drones, sensores y reportes, permitiendo detectar actividades sospechosas en tiempo real. Esto agiliza la identificación de actividades ilegales, en comparación con métodos tradicionales que requieren análisis manual y prolongado.	UA7
E2	Mediante técnicas de visión por computadora, la IA puede analizar fotografías o videos para identificar maquinaria no autorizada, movimientos inusuales o cambios en el paisaje que puedan indicar actividades ilegales. Esto reduce la necesidad de revisión manual exhaustiva y aumenta la precisión en la detección.	
E3	La IA puede aprender patrones históricos de actividades legales e ilegales en las zonas mineras, permitiendo predecir posibles puntos de riesgo o períodos en los que aumentan las actividades ilícitas. Esto ayuda a enfocar los recursos de vigilancia en áreas y horarios críticos, optimizando la vigilancia	
E4	El uso de drones equipados con IA y sensores permite realizar patrullajes automáticos y continuos en zonas de difícil acceso. La IA procesa los datos recopilados por estos dispositivos para detectar movimientos sospechosos sin necesidad de intervención humana constante, aumentando la cobertura y eficiencia del monitoreo.	

E5	Los sistemas de IA minimizan las interpretaciones subjetivas y errores humanos en la vigilancia y análisis de datos, garantizando una detección más consistente y fiable de actividades ilegales. Esto resulta en respuestas más rápidas y decisiones mejor fundamentadas	
E6	La IA puede integrar datos diversos en plataformas unificadas, generando informes y alertas automáticas que faciliten la toma de decisiones por parte de las autoridades responsables. Esto mejora la coordinación y la respuesta rápida ante actividades ilícitas, reduciendo su impacto y duración	
P8) ¿En qué medida cree que la inteligencia artificial puede facilitar decisiones más precisas y rápidas para las autoridades en la lucha contra la minería ilegal en Pataz?		
E1	La inteligencia artificial puede procesar grandes volúmenes de imágenes satelitales en tiempo real, permitiendo identificar cambios en el paisaje que indiquen actividades mineras ilegales. Esto facilita la detección rápida y precisa, ayudando a las autoridades a actuar antes de que la situación empeore.	UA8
E2	Los algoritmos de IA pueden establecer modelos predictivos basados en patrones históricos, identificando áreas con alta probabilidad de minería ilegal. Esto permite focalizar recursos en los lugares más peligrosos, optimizando la toma de decisiones y la rapidez en la respuesta	
E3	La IA puede analizar información proveniente de redes sociales, informes ciudadanos y datos económicos para detectar posibles focos de actividad ilegal. Esto ayuda a las autoridades a comprender mejor el contexto y a tomar decisiones informadas en menor tiempo	
E4	Mediante algoritmos de inteligencia artificial, las autoridades pueden planificar operativos de manera más eficiente, priorizando acciones en zonas con mayor impacto potencial en la lucha contra la minería ilegal. Esto reduce el tiempo y los costos asociados a las operaciones.	
E5	a IA puede integrar datos de diversas instituciones, facilitando una visión consolidada de la situación. Esto permite que las decisiones sean coordinadas y rápidas, evitando duplicidades y mejorando la efectividad en la lucha contra la minería ilegal.	
E6	Los sistemas de IA pueden prever posibles escaladas o cambios en la actividad minera ilegal, permitiendo a las autoridades prepararse con anticipación. Esto facilita decisiones proactivas y una respuesta más rápida ante posibles amenazas a la seguridad y al medio ambiente.	

P9) ¿Qué características de una herramienta basada en inteligencia artificial serían más útiles para que los usuarios, como las autoridades y comunidades, tengan una experiencia más efectiva y adaptada a sus necesidades en la prevención de la minería ilegal?		
E1	La IA puede analizar datos satelitales, imágenes aéreas y sensores en tiempo real para identificar signos de actividad minera ilegal en etapas iniciales. Esto permite a las autoridades actuar rápidamente antes de que el daño sea irreversible. Además, mediante modelos predictivos, la herramienta puede anticipar zonas de alto riesgo, optimizando la asignación de recursos y esfuerzos preventivos.	UA9
E2	La IA puede aprender de los datos históricos y las particularidades de cada comunidad o región, ajustando sus alertas y recomendaciones según las características locales, como patrones de actividad, tipos de terreno o actividades económicas predominantes. Esto hace que la herramienta sea más relevante y útil para las autoridades y comunidades, facilitando una respuesta más efectiva y culturalmente apropiada.	
E3	Para que las comunidades y autoridades puedan utilizar la herramienta sin barreras técnicas, es fundamental que tenga una interfaz intuitiva, visual y en el idioma local. Esto fomenta su uso frecuente, facilita la interpretación de la información y promueve la participación activa de los usuarios en la prevención de la minería ilegal.	
E4	La herramienta debería facilitar la comunicación y coordinación entre diferentes actores, como comunidades, autoridades ambientales y policiales. La IA puede integrar datos y alertas en una plataforma común, permitiendo respuestas coordinadas, compartiendo información en tiempo real y fortaleciendo las redes de vigilancia comunitaria.	
E5	La IA puede evaluar la efectividad de las medidas tomadas, monitorear cambios en las actividades mineras ilegales y ofrecer retroalimentación sobre qué estrategias funcionan mejor. Esto ayuda a ajustar las acciones y políticas en función de resultados concretos, promoviendo una gestión adaptativa y basada en evidencia	
E6	Es esencial que la herramienta garantice la confidencialidad y protección de la información, especialmente cuando involucra datos sensibles de comunidades o actividades de vigilancia. La IA debe incorporar mecanismos de seguridad robustos para prevenir accesos no autorizados, asegurando la confianza de los usuarios y promoviendo su uso responsable	

Tabla 5

Definición de categorías a partir de la indagación documental

Subcategorías	UUA	Hallazgos de la indagación documental
SC1: Implementación tecnológica	UA10	Delmau, P. (2020) en su artículo titulado "Empleo de Inteligencia Artificial para el desarrollo de las Funciones Operacionales", publicado en la Revista de la Escuela Naval, señala que la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en las funciones operativas militares y navales representa una oportunidad importante para aumentar la eficiencia, la precisión y la calidad de la toma de decisiones en el ámbito naval. El autor enfatiza que la IA puede facilitar la automatización de tareas, mejorar la gestión de información y potenciar la capacidad de respuesta frente a amenazas, siempre considerando la necesidad de un marco ético y estratégico que asegure un uso responsable. Además, destaca que la implementación de estas tecnologías requiere inversión en capacitación, infraestructura y en la adaptación de las doctrinas operativas para maximizar sus beneficios y reducir posibles riesgos. En síntesis, Delmau concluye que la inteligencia artificial es una herramienta fundamental para modernizar y fortalecer las funciones operacionales navales en el contexto presente y futuro.
SC2: Aplicaciones en acciones de seguridad	UA11	En su artículo, Romero (2019) concluye que la inteligencia artificial representa una herramienta fundamental para fortalecer las estrategias y la seguridad de los Estados. Destaca que su implementación puede mejorar significativamente la capacidad de defensa, vigilancia y toma de decisiones en ámbitos militares y de seguridad nacional. Sin embargo, también advierte sobre los desafíos éticos, legales y de seguridad que conlleva su uso, subrayando la necesidad de establecer marcos regulatorios adecuados para aprovechar sus beneficios de manera responsable y segura.
SC3: Nivel de eficiencia	UA12	El estudio de Gasparinetti et al. (2023) titulado "Estudios de caso de la Valoración de Impactos de la Minería Ilegal de Oro en la Amazonía" concluye que la minería ilegal de oro en la Amazonía genera impactos ambientales, sociales y económicos significativos. Estas actividades ilegales contribuyen a la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la contaminación de cuerpos de agua por uso de mercurio, y afectan las comunidades locales, tanto por desplazamientos como por daños a su salud y modo de vida. Además, el informe destaca la necesidad de fortalecer las políticas de control, vigilancia y regulación, así como promover alternativas sostenibles que permitan un desarrollo económico sin comprometer los ecosistemas y las comunidades de la región.

Subcategorías	UUA	Hallazgos de la indagación documental
SC4: Disminución de actividades ilícitas	UA13	El artículo de Renato Rivera-Rhona y Carlos Bravo-Grijalva (2023), titulado "Gobernanzas criminales y enclaves productivos de la minería ilegal en Ecuador", concluye que la minería ilegal en Ecuador se ha consolidado como un fenómeno complejo y multifacético, caracterizado por la existencia de gobernanzas criminales que controlan estos espacios. Los autores señalan que estas gobernanzas operan en enclaves productivos, donde estructuras criminales establecen relaciones de poder, economía y control social que dificultan la intervención estatal y la regulación formal. Además, concluyen que la presencia de estos enclaves afecta negativamente al medio ambiente, la economía formal y la seguridad social, y que su dinámica requiere de estrategias integrales que aborden tanto los aspectos legales como los sociales y económicos para reducir su impacto y promover una minería responsable y sostenible en el país.
SC5: Resultados de control territorial	UA14	La conclusión del artículo de Álvarez (2024) en la Revista de Criminología y Política Pública es que las redes criminales que operan en la minería ilegal del norte peruano consolidan y controlan el territorio mediante una estructura jerárquica y relaciones de poder que facilitan su sostenibilidad y expansión. Estas redes ejercen control social y territorial, generando efectos negativos en el medio ambiente, la economía local y la seguridad pública. Además, se destaca la importancia de implementar estrategias integrales y coordinadas para dismantelar estas organizaciones y fortalecer las políticas de regulación y control en la región.
SC6: Reducción de la minería ilegal	UA15	La conclusión principal del trabajo de Morche (2022) en su estudio sobre la investigación ambiental y las opciones de remediación para los Pasivos Ambientales Mineros (PAM) en La Ciénaga, Pataz, Perú, es que la adecuada evaluación y caracterización de estos pasivos, junto con la implementación de tecnologías de remediación apropiadas, son fundamentales para mitigar los impactos ambientales negativos derivados de la actividad minera. Además, destaca la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas y la gestión ambiental en la región, así como promover acciones coordinadas entre las instituciones responsables para garantizar una recuperación ambiental sostenible y minimizar riesgos para la población y el ecosistema local.

Subcategorías	UUA	Hallazgos de la indagación documental
SC7: Optimización de procesos	UA16	El artículo de Laurent Chrzanovski y Stephane Mortier (2023), titulado "La dicotomía de los usos de la inteligencia artificial", analiza las diferentes maneras en que se puede emplear la inteligencia artificial (IA) y las implicaciones éticas, sociales y técnicas que esto conlleva. Los autores concluyen que la IA presenta una dicotomía fundamental: por un lado, sus aplicaciones pueden potenciar beneficios significativos en ámbitos como la seguridad, la salud y la eficiencia, pero por otro, también plantean riesgos relacionados con la privacidad, la toma de decisiones automatizadas y la posible pérdida de control humano. Asimismo, resaltan la importancia de establecer marcos regulatorios adecuados y promover un uso responsable de la IA para maximizar sus ventajas y minimizar los posibles daños. La conclusión principal es que el desarrollo y la implementación de la inteligencia artificial deben ir acompañados de una reflexión ética profunda y de políticas que aseguren su uso beneficioso para la sociedad en general.
SC8: Toma de decisiones mejorada	UA17	En su artículo "El liderazgo militar en los tiempos de la inteligencia artificial", Fabián (2019) concluye que la integración de la inteligencia artificial en el ámbito militar exige un cambio profundo en los enfoques de liderazgo, promoviendo habilidades como la adaptabilidad, la toma de decisiones basada en datos y la gestión ética de las tecnologías emergentes. Además, resalta la importancia de preparar a los líderes militares para afrontar los desafíos y oportunidades que plantea la inteligencia artificial, garantizando que su implementación contribuya a la seguridad y eficacia de las operaciones militares, sin perder de vista los aspectos éticos y humanos involucrados.
SC9: Personalización y experiencia del usuario	UA18	La publicación de CEPLAN (2023) titulada "Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales que ocurren en las zonas en las que se desarrollan actividades de minería ilegal a nivel regional" concluye que la minería ilegal en las regiones estudiadas genera impactos significativos tanto en el medio ambiente como en las comunidades locales. El informe destaca que las actividades ilícitas contribuyen a la deforestación, contaminación de cuerpos de agua y pérdida de biodiversidad, además de generar conflictos sociales, desplazamiento de comunidades y violaciones a los derechos humanos. Asimismo, el análisis geoespacial evidencia la necesidad de fortalecer las capacidades institucionales y aplicar estrategias integrales que combinen la vigilancia, regulación y formalización de actividad minera para mitigar estos efectos y promover un desarrollo sostenible en zonas afectadas.

4.2. Soporte de categorías

El soporte de categorías en este estudio se fundamentó en un proceso meticuloso y sistemático que permitió organizar y comprender de manera efectiva los datos recolectados. En primer lugar, se realizó una cuidadosa identificación de temas a través de la codificación axial, una técnica que facilita la agrupación de categorías relacionadas y la relación entre ellas, permitiendo así una visión más clara y estructurada de la información. Este proceso se complementó con la consolidación de categorías derivadas de los dos instrumentos de investigación utilizados.

La elección de estos procedimientos no fue arbitraria; por el contrario, se adaptaron a los lineamientos establecidos por Hernández y Mendoza (2018), autores reconocidos en el campo del análisis cualitativo de datos. La codificación axial y selectiva permitió segmentar y sintetizar la información, facilitando la identificación de temas emergentes y su agrupamiento en grupos de categorías o temas. Estos temas, a su vez, sirvieron como bases sólidas para la interpretación y análisis de los resultados, asegurando que el proceso fuera riguroso y que las conclusiones derivadas reflejaran fielmente las dimensiones relevantes del estudio.

La estructura organizada en temas y categorías permite una evaluación exhaustiva, donde cada elemento aportó a una comprensión profunda de los fenómenos investigados. La coherencia en la organización de los datos facilitó la identificación de patrones y relaciones, además de facilitar la interpretación contextualizada de los resultados.

A continuación, se procederá a graficar en una tabla el soporte de categorías, para luego desarrollar dicho soporte enlazando y analizando cada subcategoría correspondiente a cada instrumento utilizado en la investigación. Este desglose permitirá comprender cómo cada elemento contribuyó a la formación de los temas y cómo estos, en conjunto, sustentan las conclusiones parciales del estudio.

Tabla 6*Tabla matriz de soporte de Categorías*

TÍTULO: “Estudio exploratorio sobre la calidad y satisfacción del paciente en el Hospital Militar Central, 2025”			
Categorías	Subcategorías	Patrones	Significado
C1. Implementación de Herramientas de inteligencia artificial.:	SC1: Implementación tecnológica	• Automatización • Capacitación • Recursos • Ilegalidad • Ámbito regional • Seguridad y def.	La implementación tecnológica es el proceso de poner en marcha y poner en funcionamiento una solución o sistema tecnológico en una organización.
	SC2:Aplicaciones en acciones de seguridad		Son las diferentes formas en que la IA se utiliza para garantizar la protección, seguridad y cumplimiento en el ámbito laboral. Estas aplicaciones buscan prevenir riesgos, detectar comportamientos sospechosos .
	SC3: Nivel de eficiencia		Es la medida de qué tan bien una inteligencia artificial realiza tareas específicas en relación con su potencial o recursos utilizados.
C2. Influencia del empleo de Inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal	SC4:Disminución de actividades ilícitas.	• Contaminación • Afectaciones • Imágenes sat.. • Indicadores • Medio Ambiente • Brechas II.	La disminución de actividades ilícitas con la IA se refiere al uso de tecnologías de inteligencia artificial para detectar, prevenir y reducir delitos y conductas ilegales.
	SC5: Resultados de control territorial.		Es la capacidad para ejercer autoridad y dominio efectivo sobre un territorio específico. Con el empleo de la IA.
	SC6:Impacto en indicadores de seguridad.		Son las las variaciones o cambios en las mediciones del nivel de seguridad, o cumplimiento de normas, resultado de acciones o eventos específicos.
C3. Eficiencia con el l empleo de herramientas de Inteligencia artificial	SC7: Optimización de procesos	• Deforestación • Computadora y drones • Incidentes • Costos • Impacto • Liderazgo	Consiste en aplicar algoritmos inteligentes para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la productividad en diferentes operaciones empresariales.
	SC8: Toma de decisiones mejorada		Es la utilización de herramientas, datos y metodologías avanzadas para seleccionar las opciones más eficaces y eficientes, optimizando los resultados y reduciendo riesgos en el proceso de decisión.
	SC9: Personalización y experiencia del usuario		Es la adaptación de productos y servicios a las preferencias individuales del usuario de la IA para mejorar su satisfacción y interacción.

4.1.4 Desarrollo del soporte de categorías

SC1. Implementación tecnológica

1. De la entrevista (U1)

Los entrevistados comentan que la inteligencia artificial procesa datos en tiempo real para identificar anomalías, lo que ayuda a mejorar las operaciones y a reducir riesgos. Además, automatiza tareas rutinarias y realiza mantenimiento predictivo, incrementando la eficiencia y bajando los costos. Para su implementación, es necesario planificar adecuadamente, capacitar al personal y prestar atención a aspectos de seguridad y a la integración con los sistemas ya existentes.

2. De la indagación documental (UA10)

Según Delmau (2020), la inteligencia artificial incrementa la eficiencia, precisión y calidad en la toma de decisiones en las operaciones navales, automatizando tareas y gestionando mejor la información. También resalta la importancia de contar con un marco ético y estratégico para garantizar su uso responsable, así como la necesidad de invertir en capacitación e infraestructura. Concluye que la IA es fundamental para modernizar y potenciar las capacidades navales en el contexto actual y futuro.

documental (UA10)

SC2. Aplicaciones en acciones de seguridad

1. De la entrevista (U2)

La inteligencia artificial permite monitorear en tiempo real imágenes satelitales y detectar actividades ilegales como deforestación y minería no autorizada. También utiliza drones y análisis de datos históricos para identificar patrones, predecir zonas vulnerables y coordinar respuestas rápidas. Además, integra diversas fuentes de información para alertar sobre actividades sospechosas, priorizando recursos y optimizando la fiscalización en Pataz

2. De la indagación documental (UA11)

Romero (2019) señala que la inteligencia artificial es clave para fortalecer la seguridad y defensa de los Estados, mejorando vigilancia y decisiones. Sin embargo, advierte sobre los desafíos éticos, legales y de seguridad asociados a su uso. Por ello, enfatiza la importancia de crear marcos regulatorios para su implementación responsable y segura

SC3. Nivel de eficiencia

1. De la entrevista (U3)

La IA procesa imágenes satelitales y drones en tiempo real para detectar actividades mineras ilegales mediante algoritmos de visión por computadora y aprendizaje automático. Integra datos de diversas fuentes para generar alertas tempranas, optimizando la vigilancia y permitiendo intervenciones rápidas. Además, analiza redes sociales y construye modelos predictivos para concentrar recursos en áreas de mayor riesgo, previniendo daños ambientales y sociales

2 De la indagación documental (UA12)

El estudio de Gasparinetti et al. (2023) revela que la minería ilegal de oro en la Amazonía causa daños ambientales, sociales y económicos, como deforestación, contaminación y afectaciones a comunidades locales. También destaca la importancia de fortalecer políticas y promover alternativas sostenibles para proteger los ecosistemas y los modos de vida en la región

SC4. Disminución de actividades ilícitas

1. De la entrevista (U4)

La inteligencia artificial ha permitido detectar y prevenir la minería ilegal mediante análisis de imágenes satelitales y algoritmos de aprendizaje automático. Facilita la asignación eficiente de recursos y la identificación de actividades sospechosas, mejorando la intervención de las autoridades. Además, fomenta la colaboración entre instituciones y la participación comunitaria, contribuyendo a la reducción de estas actividades ilícitas desde 2023 hasta 2025

2. De la indagación documental (UA13)

El artículo concluye que la minería ilegal en Ecuador es un fenómeno complejo controlado por bandas criminales en enclaves productivos. Estas estructuras dificultan la intervención estatal y afectan negativamente al medio ambiente, la economía formal y la seguridad social. Se requiere una estrategia integral que aborde aspectos legales, sociales y económicos para promover una minería responsable y sostenible

SC5. Resultados de control territorial

1 De la entrevista (U5)

La inteligencia artificial mejora la detección y control de la minería ilegal mediante análisis en tiempo real de datos satelitales, reduciendo actividades ilícitas y afectaciones ambientales. Evalúa su impacto en la disminución de zonas afectadas, incidentes y costos operativos, fortaleciendo la colaboración interinstitucional. Estas herramientas contribuyen a proteger ecosistemas y comunidades vulnerables, evidenciado en indicadores ambientales y sociales

2. De la indagación documental (UA14)

El artículo de Álvarez (2024) concluye que las redes criminales en la minería ilegal del norte peruano mantienen su poder mediante estructuras jerárquicas que controlan territorio y recursos. Estas organizaciones afectan negativamente el medio ambiente, la economía y la seguridad pública. Se requiere implementar estrategias integrales para dismantelarlas y mejorar la regulación en la región.

SC6. Impacto en indicadores de seguridad.

1. De la entrevista (U6)

La inteligencia artificial ha mejorado la seguridad en Pataz mediante análisis de datos, optimización de recursos y reconocimiento facial para prevenir delitos y responder rápidamente. Además, facilita la denuncia ciudadana y predice emergencias, fortaleciendo la colaboración y la protección comunitaria. Sin embargo, su uso requiere regulación para proteger derechos y evitar sesgos.

2. De la indagación documental (UA15)

La conclusión principal de Morche (2022) es que una adecuada evaluación y remediación de los Pasivos Ambientales Mineros en La Ciénaga son esenciales para

mitigar impactos ambientales. También destaca la importancia de fortalecer las capacidades técnicas y promover la coordinación institucional para lograr una recuperación sostenible y proteger a la comunidad y el ecosistema

SC7. Optimización de procesos

1. De la entrevista (U7)

La IA procesa datos en tiempo real de diversas fuentes para detectar actividades ilegales en zonas mineras, mejorando la rapidez y precisión. Utiliza visión por computadora y drones para identificar movimientos sospechosos y patrones de riesgo, optimizando la vigilancia. Además, integra información en plataformas unificadas, facilitando decisiones rápidas y coordinadas para reducir actividades ilícitas.

2. De la indagación documental (UA16)

El artículo de Chrzanovski y Mortier (2023) destaca la dicotomía de la IA: sus beneficios en seguridad, salud y eficiencia, frente a riesgos como la pérdida de control y problemas éticos. Subrayan la necesidad de marcos regulatorios y un uso responsable para maximizar ventajas y minimizar daños. Concluyen que su desarrollo debe acompañarse de una reflexión ética y políticas que aseguren un impacto positivo en la sociedad

SC8. Toma de decisiones mejorada

1. De la entrevista (U8)

La IA ayuda a detectar y priorizar áreas de minería ilegal mediante modelos predictivos y análisis de datos diversos, optimizando recursos y tiempos de respuesta. También facilita la planificación de operativos más eficientes y la integración de información de distintas instituciones para decisiones coordinadas. Además, permite prever cambios en la actividad ilegal, posibilitando respuestas proactivas y tempranas ante amenazas emergentes.

2. De la indagación documental (UA17)

Fabián (2019) destaca que la incorporación de la inteligencia artificial en lo militar requiere un cambio en el liderazgo, promoviendo adaptabilidad, toma de decisiones basada en datos y ética. Es fundamental preparar a los líderes para afrontar los desafíos y oportunidades que presenta la IA. Esto asegura operaciones seguras, eficaces y éticas en el ámbito militar.

SC9. Calidad de la atención Ambulatorios

1. De la entrevista (U9)

La IA puede detectar y anticipar actividades mineras ilegales en tiempo real, optimizando la respuesta y previniendo daños irreversibles. Además, se adapta a las características locales y facilita su uso mediante interfaces intuitivas, promoviendo la participación comunitaria. También fomenta la coordinación entre actores, evalúa la efectividad de acciones y garantiza la seguridad de los datos para una gestión efectiva y confiable.

2. De la indagación documental (UA18)

El informe de CEPLAN (2023) señala que la minería ilegal causa daños ambientales y sociales graves, como deforestación, contaminación y conflictos comunitarios. Además, resalta la importancia de fortalecer las instituciones y aplicar estrategias integrales para

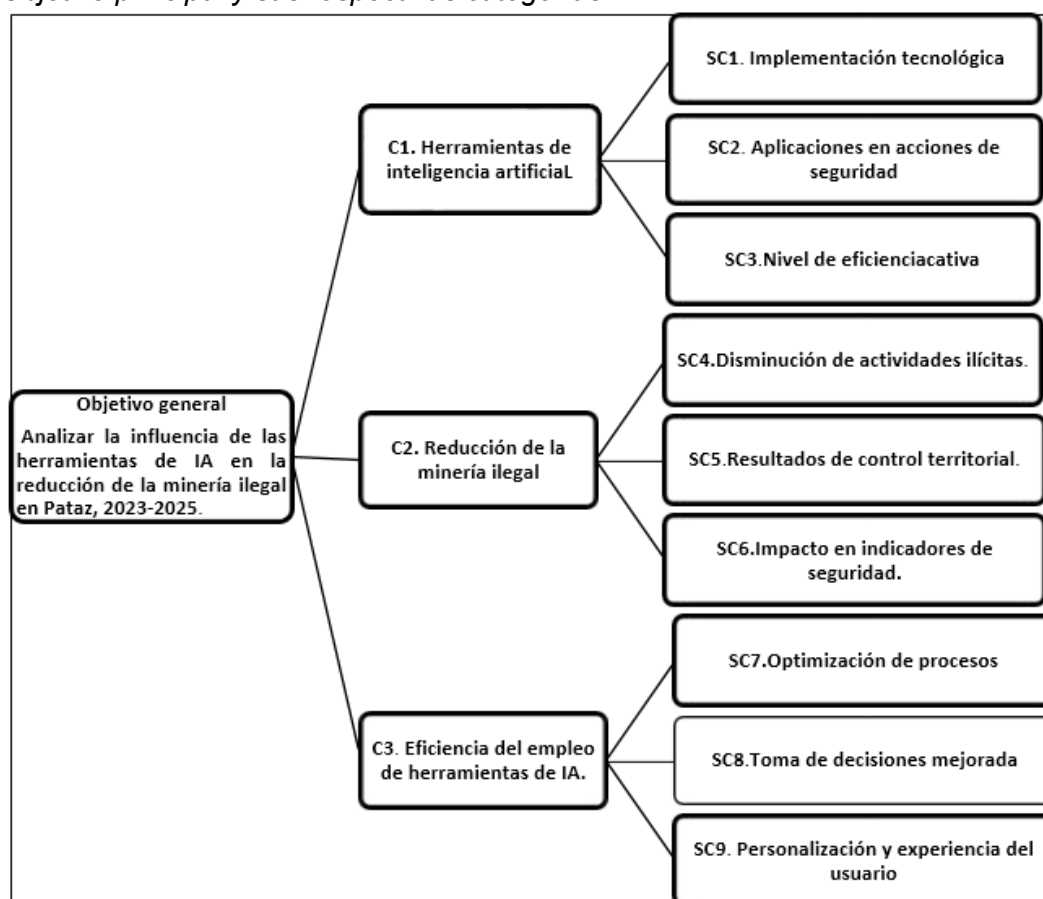
formalizar y regular la minería. Esto busca reducir los impactos y promover un desarrollo sostenible en las regiones afectadas

4.3. Red semántica

Las redes semánticas fueron construidas en concordancia con las categorías obtenidas de cada instrumento de investigación. Se establecieron relaciones entre las categorías del título del estudio y las tres subcategorías que abordan sobre la influencia de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante los años 2023-2025. Este enfoque permitió visualizar las complejas relaciones y conexiones entre los conceptos clave identificados en cada contexto específico. Asimismo, se desarrolló una red semántica integral que combinó las categorías principales extraídas de todos los instrumentos, brindando así una perspectiva global y coherente de los temas tratados en el conjunto de datos recopilados. Esta estrategia no solo facilitó la identificación de patrones, interrelaciones y temas recurrentes de diversas fuentes de información, sino que también promovió una comprensión completa y estructurada del contenido, enriqueciendo el análisis. Con las siguientes redes.

Figura 8

Objetivo principal y sus respectivas categorías



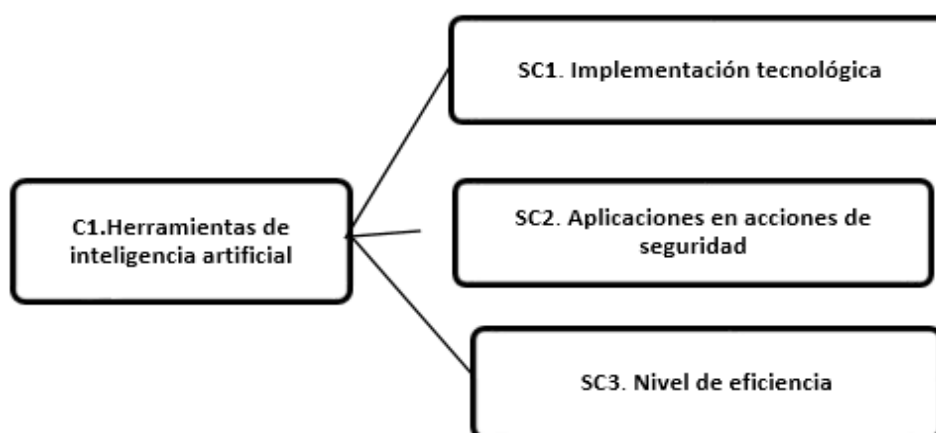
El objetivo principal de este objetivo analizar para potenciar el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) en apoyo a la minería ilegal para mejorar la seguridad, la eficiencia y el control territorial. En cuanto a las herramientas de IA, se busca implementar soluciones tecnológicas avanzadas que puedan aplicarse en acciones de seguridad, aumentando así el nivel de eficiencia en las operaciones. La integración de estas tecnologías permitirá una respuesta más rápida, precisa y efectiva ante diferentes desafíos, consolidando un entorno más seguro y controlado.

En cuanto a la reducción de la minería ilegal, el objetivo es disminuir significativamente las actividades ilícitas relacionadas con esta práctica mediante el empleo de sistemas de IA. La implementación de estas herramientas facilitará el control territorial, permitiendo un monitoreo más efectivo de las zonas afectadas y logrando resultados tangibles en la lucha contra la minería ilegal. Además, se espera que estos esfuerzos tengan un impacto positivo en los indicadores de seguridad, contribuyendo a la protección del medio ambiente y a la justicia social.

Finalmente, se busca garantizar la eficiencia en el empleo de las herramientas de IA a través de la optimización de procesos, la mejora en la toma de decisiones y la personalización de la experiencia del usuario. La utilización de estas tecnologías permitirá decisiones más informadas y ágiles, adaptadas a las necesidades específicas de cada contexto. En conjunto, estos objetivos apuntan a crear un sistema inteligente, eficiente y centrado en el usuario, que potencie la seguridad y la gestión efectiva de recursos mediante la innovación tecnológica.

Figura 9

Categoría 1. Herramientas de inteligencia artificial



En esta categoría denominada herramientas de inteligencia artificial. analiza cómo se implementan tecnológicamente las herramientas de IA y cómo se aplican para mejorar la seguridad, y qué tan eficientes son en su desempeño.

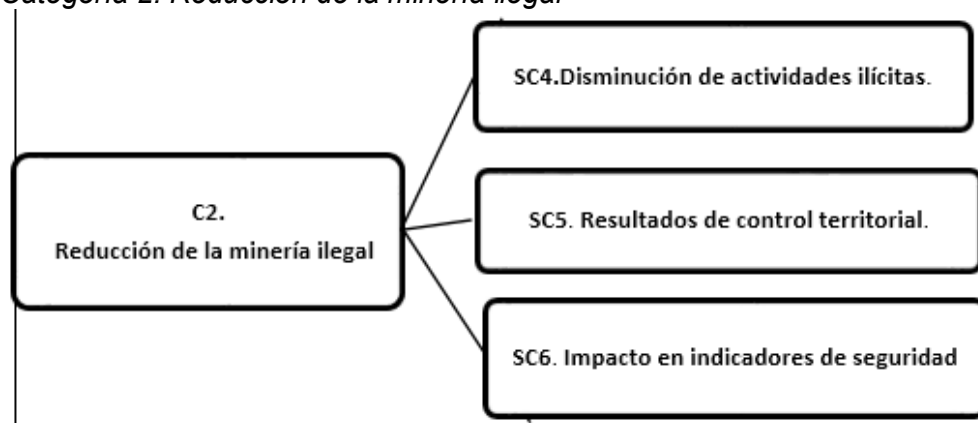
La subcategoría: Implementación tecnológica se refiere a los aspectos relacionados con cómo se integran y despliegan las herramientas de inteligencia artificial en los sistemas existentes. Incluye la infraestructura necesaria, la compatibilidad con otras tecnologías, la escalabilidad, y los procesos para poner en marcha estas soluciones en diferentes entornos.

La subcategoría aplicaciones en acciones de seguridad Concierno a las formas en que las herramientas de inteligencia artificial se utilizan específicamente para mejorar la seguridad. Esto puede abarcar detección de amenazas, monitoreo de actividades sospechosas, análisis predictivo para prevenir incidentes, y apoyo en la toma de decisiones relacionadas con la seguridad física o cibernética.

La subcategoría: Nivel de eficiencia evalúa qué tan efectivas son las herramientas de inteligencia artificial en cumplir sus objetivos. Incluye aspectos como la precisión, rapidez, capacidad de automatización, y el impacto en la reducción de costos o tiempos en los procesos de seguridad y otras áreas.

Figura 10

Categoría 2. Reducción de la minería ilegal



La categoría de reducción de la minería ilegal refleja un esfuerzo dirigido a disminuir las actividades ilícitas en este sector, las cuales suelen estar asociadas con delitos como el tráfico de minerales, la deforestación y la violencia vinculada a grupos armados. La disminución de estas actividades ilícitas no solo contribuye a la protección del medio ambiente, sino que también busca fortalecer el estado de derecho y reducir las oportunidades de financiamiento para organizaciones criminales. La adopción de estrategias de control y supervisión más efectivas ha permitido identificar y dismantelar

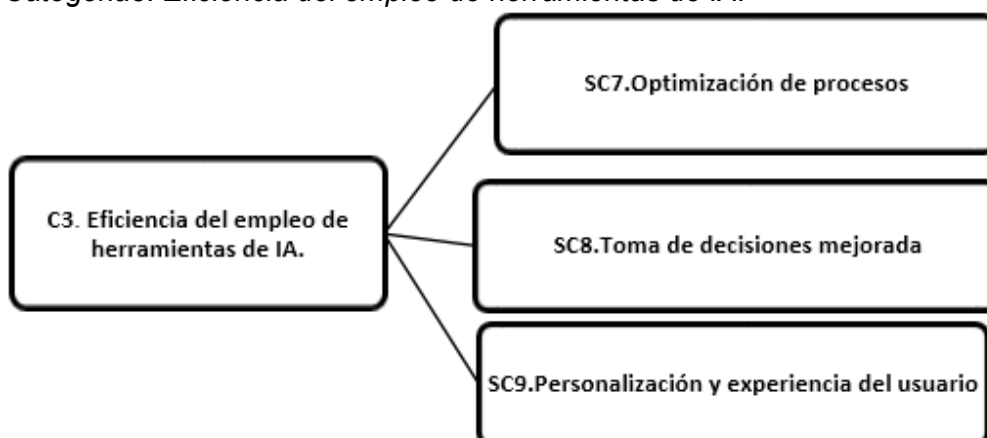
operaciones ilegales, generando un impacto positivo en la percepción de seguridad en las comunidades afectadas.

Los resultados de control territorial juegan un papel fundamental en la reducción de la minería ilegal, ya que mediante labores de vigilancia, patrullajes y monitoreo satelital, las autoridades logran delimitar y mantener zonas libres de actividades ilícitas. Estas acciones contribuyen a recuperar la integridad de los territorios afectados, dificultando la reanudación de actividades ilegales y estableciendo un precedente para la protección de áreas naturales y comunidades. Además, la presencia constante de control en estos territorios ayuda a desalentar a los actores ilegales a continuar con sus operaciones, promoviendo un ambiente más seguro y ordenado.

El impacto en los indicadores de seguridad es evidente cuando se logra reducir la minería ilegal. La disminución de estas actividades suele traducirse en menores niveles de violencia, menos enfrentamientos entre grupos armados y una reducción en los delitos asociados, como el tráfico de armas o la extorsión. Estos avances no solo mejoran la percepción de seguridad entre la población, sino que también contribuyen a fortalecer la presencia del Estado en zonas anteriormente dominadas por actores ilegales. En conjunto, estos resultados generan un ciclo positivo que favorece la estabilidad social y el desarrollo sostenible en las regiones afectadas.

Figura 11

Categoría3. Eficiencia del empleo de herramientas de IA.



La categoría 3, que se centra en la eficiencia del empleo de herramientas de inteligencia artificial, destaca cómo estas tecnologías contribuyen a optimizar los procesos internos de las organizaciones. La automatización y el análisis avanzado permiten reducir tiempos y costos, eliminando tareas manuales repetitivas y mejorando la precisión en la ejecución de funciones. Esto no solo agiliza las operaciones, sino que también libera recursos que pueden ser redirigidos hacia actividades estratégicas, aumentando la productividad general de la organización.

Asimismo, la incorporación de IA mejora significativamente la toma de decisiones al proporcionar datos en tiempo real y análisis predictivos más precisos. Las herramientas de inteligencia artificial pueden detectar patrones y tendencias que serían difíciles de identificar para los seres humanos, facilitando decisiones más informadas y oportunas. Esto resulta en una gestión más eficiente, menor margen de error y una capacidad de adaptación más rápida a los cambios del entorno empresarial.

Por último, la personalización y la mejora en la experiencia del usuario son aspectos clave que refuerzan la efectividad de las herramientas de IA. Al analizar el comportamiento y preferencias de los usuarios, estas tecnologías permiten ofrecer productos, servicios y contenidos adaptados a sus necesidades específicas. Esto no solo aumenta la satisfacción y fidelidad del cliente, sino que también impulsa la diferenciación competitiva de las empresas en mercados cada vez más saturados y orientados al cliente.

4.4. Triangulación

Cervantes (2017) afirma que, en la metodología cualitativa, la triangulación se percibe como la convergencia de diversas ideas, perspectivas y métodos en el análisis de un único objeto, garantizando así una aproximación más comprensiva del problema de investigación (mayor validación). Además, esta estrategia no solo fortalece la credibilidad de los resultados, sino que también enriquece significativamente el proceso investigativo, permitiendo una aproximación más robusta y perspicaz al objeto de estudio. La triangulación fomenta una visión más multidimensional, minimizando posibles sesgos y aportando múltiples lentes a la interpretación de los datos, lo cual resulta esencial en contextos donde la complejidad y la subjetividad son intrínsecas al fenómeno investigado.

En el contexto de la investigación científica, la triangulación se erige como una herramienta fundamental para la construcción detallada y matizada de la realidad, evidenciándose a través del producto textual derivado del trabajo de campo. Este enfoque permite corroborar hallazgos desde diferentes fuentes o métodos, fortaleciendo la fiabilidad de las conclusiones y facilitando una comprensión más profunda y completa del fenómeno estudiado. Por ejemplo, la utilización de diversas técnicas cualitativas, como entrevistas, observaciones y análisis documental, en conjunto, contribuye a una interpretación más enriquecida y equilibrada, superando las limitaciones que podrían surgir si se empleara un solo método de manera aislada. En definitiva, la triangulación no solo es una estrategia metodológica que aumenta la validez de los resultados, sino que también enriquece el proceso analítico, ofreciendo una visión más integral y precisa

del objeto de investigación, lo cual es esencial para generar conocimientos sólidos y confiables en el ámbito científico.

Tabla 7*Triangulación integral mediante las técnicas cualitativas*

Sub-Categorías	Técnicas	Triangulación integral de Técnicas Cualitativas
SC1: Implementación tecnológica	Entrevista Semiestructurada	La inteligencia artificial analiza datos en tiempo real para detectar anomalías, optimizando operaciones y reduciendo riesgos. Automatiza tareas rutinarias y realiza mantenimiento predictivo, mejorando la eficiencia y disminuyendo costos. Su implementación requiere planificación, capacitación y atención a la seguridad y la integración con sistemas existentes.
	Indagación documental	Delmau (2020) afirma que la IA mejora la eficiencia, precisión y toma de decisiones en funciones operacionales navales, automatizando tareas y optimizando la gestión de información. Destaca la importancia de un marco ético y estratégico para su uso responsable y la necesidad de inversión en formación e infraestructura. Concluye que la IA es clave para modernizar y fortalecer las capacidades navales en el contexto actual y futuro.
	Síntesis	La inteligencia artificial analiza datos en tiempo real para detectar anomalías, automatizar tareas y realizar mantenimiento predictivo, mejorando la eficiencia y reduciendo costos. Su implementación requiere planificación, capacitación, atención a la seguridad y una adecuada integración con sistemas existentes. Según Delmau (2020), la IA es crucial para modernizar las capacidades navales, optimizando decisiones y gestionando información de manera responsable y estratégica
SC2: Aplicaciones en acciones de seguridad	Entrevista Semiestructurada	La inteligencia artificial permite monitorear en tiempo real imágenes satelitales y detectar actividades ilegales como deforestación y minería no autorizada. También utiliza drones y análisis de datos históricos para identificar patrones, predecir zonas vulnerables y coordinar respuestas rápidas. Además, integra diversas fuentes de información para alertar sobre actividades sospechosas, priorizando recursos y optimizando la fiscalización en Pataz
	Indagación	Romero (2019) señala que la inteligencia artificial es clave para fortalecer la seguridad y defensa de los Estados, mejorando vigilancia y decisiones. Sin embargo, advierte sobre los

Sub-Categorías	Técnicas	Triangulación integral de Técnicas Cualitativas
	documental	desafíos éticos, legales y de seguridad asociados a su uso. Por ello, enfatiza la importancia de crear marcos regulatorios para su implementación responsable y segura
	Síntesis	La inteligencia artificial en Patate permite monitorear en tiempo real actividades ilegales mediante imágenes satelitales, drones y análisis de datos, optimizando la fiscalización. Romero (2019) destaca su papel en fortalecer la seguridad estatal, pero advierte sobre desafíos éticos y legales. Por ello, es crucial establecer marcos regulatorios para su uso responsable y seguro.
SC3: Nivel de eficiencia	Entrevista Semiestructurada	La IA procesa imágenes satelitales y drones en tiempo real para detectar actividades mineras ilegales mediante algoritmos de visión por computadora y aprendizaje automático. Integra datos de diversas fuentes para generar alertas tempranas, optimizando la vigilancia y permitiendo intervenciones rápidas. Además, analiza redes sociales y construye modelos predictivos para concentrar recursos en áreas de mayor riesgo, previniendo daños ambientales y sociales.
	Indagación documental	El estudio de Gasparinetti et al. (2023) revela que la minería ilegal de oro en la Amazonía causa daños ambientales, sociales y económicos, como deforestación, contaminación y afectaciones a comunidades locales. También destaca la importancia de fortalecer políticas y promover alternativas sostenibles para proteger los ecosistemas y los modos de vida en la región.
	Síntesis	La IA monitorea en tiempo real actividades mineras ilegales usando visión por computadora y aprendizaje automático, generando alertas tempranas y optimizando la vigilancia. Además, analiza redes sociales y construye modelos predictivos para concentrar recursos en áreas de mayor riesgo, previniendo daños. Según Gasparinetti et al. (2023), la minería ilegal en la Amazonía causa graves impactos ambientales y sociales, requiriendo políticas y soluciones sostenibles

Sub-Categorías	Técnicas	Triangulación integral de Técnicas Cualitativas
SC4: Disminución de actividades ilícitas	Entrevista Semiestructurada	La inteligencia artificial ha permitido detectar y prevenir la minería ilegal mediante análisis de imágenes satelitales y algoritmos de aprendizaje automático. Facilita la asignación eficiente de recursos y la identificación de actividades sospechosas, mejorando la intervención de las autoridades. Además, fomenta la colaboración entre instituciones y la participación comunitaria, contribuyendo a la reducción de estas actividades ilícitas desde 2023 hasta 2025.
	Indagación documental	El artículo concluye que la minería ilegal en Ecuador es un fenómeno complejo controlado por gobernanzas criminales en enclaves productivos. Estas estructuras dificultan la intervención estatal y afectan negativamente al medio ambiente, la economía formal y la seguridad social. Se requiere una estrategia integral que aborde aspectos legales, sociales y económicos para promover una minería responsable y sostenible
	Síntesis	La inteligencia artificial ha mejorado la detección y prevención de la minería ilegal mediante análisis satelital y aprendizaje automático, facilitando recursos y cooperación institucional. Sin embargo, la minería ilegal en Ecuador, controlada por estructuras criminales, presenta desafíos que afectan el medio ambiente, economía y seguridad. Se necesita una estrategia integral que aborde aspectos legales, sociales y económicos para promover una minería responsable y sostenible.
SC5: Resultados de control territorial	Entrevista Semiestructurada	La inteligencia artificial mejora la detección y control de la minería ilegal mediante análisis en tiempo real de datos satelitales, reduciendo actividades ilícitas y afectaciones ambientales. Evalúa su impacto en la disminución de zonas afectadas, incidentes y costos operativos, fortaleciendo la colaboración interinstitucional. Estas herramientas contribuyen a proteger ecosistemas y comunidades vulnerables, evidenciado en indicadores ambientales y sociales
	Indagación documental	El artículo de Álvarez (2024) concluye que las redes criminales en la minería ilegal del norte peruano mantienen su poder mediante estructuras jerárquicas que controlan territorio y recursos. Estas organizaciones afectan negativamente el medio ambiente, la economía y la

Sub-Categorías	Técnicas	Triangulación integral de Técnicas Cualitativas
		seguridad pública. Se requiere implementar estrategias integrales para desmantelarlas y mejorar la regulación en la región.
	Síntesis	La inteligencia artificial, mediante análisis satelital en tiempo real, ayuda a reducir la minería ilegal, disminuyendo zonas afectadas, incidentes y costos, y fortaleciendo la colaboración entre instituciones. Sin embargo, las redes criminales en el norte peruano mantienen su poder a través de estructuras jerárquicas que controlan recursos, afectando el medio ambiente, la economía y la seguridad. Se requiere una estrategia integral para desmantelarlas y mejorar la regulación en la región.
SC6: Impacto en indicadores de seguridad.	Entrevista Semiestructurada	La inteligencia artificial ha mejorado la seguridad en Pataz mediante análisis de datos, optimización de recursos y reconocimiento facial para prevenir delitos y responder rápidamente. Además, facilita la denuncia ciudadana y predice emergencias, fortaleciendo la colaboración y la protección comunitaria. Sin embargo, su uso requiere regulación para proteger derechos y evitar sesgos.
	Indagación documental	La conclusión principal de Morche (2022) es que una adecuada evaluación y remediación de los Pasivos Ambientales Mineros en La Ciénaga son esenciales para mitigar impactos ambientales. También destaca la importancia de fortalecer las capacidades técnicas y promover la coordinación institucional para lograr una recuperación sostenible y proteger a la comunidad y el ecosistema
	Síntesis	La inteligencia artificial en Pataz mejora la seguridad mediante análisis de datos, reconocimiento facial y facilitación de denuncias, fortaleciendo la protección comunitaria. Morche (2022) enfatiza que evaluar y remediar los Pasivos Ambientales Mineros en La Ciénaga es clave para mitigar daños ambientales y promover la recuperación sostenible. Ambos enfoques resaltan la importancia de la regulación y la coordinación institucional para garantizar un desarrollo responsable y la protección de la comunidad.

Sub-Categorías	Técnicas	Triangulación integral de Técnicas Cualitativas
Sc7: Optimización de procesos	Entrevista Semiestructurada	La IA procesa datos en tiempo real de diversas fuentes para detectar actividades ilegales en zonas mineras, mejorando la rapidez y precisión. Utiliza visión por computadora y drones para identificar movimientos sospechosos y patrones de riesgo, optimizando la vigilancia. Además, integra información en plataformas unificadas, facilitando decisiones rápidas y coordinadas para reducir actividades ilícitas.
	Indagación documental	El artículo de Chrzanovski y Mortier (2023) destaca la dicotomía de la IA: sus beneficios en seguridad, salud y eficiencia, frente a riesgos como la pérdida de control y problemas éticos. Subrayan la necesidad de marcos regulatorios y un uso responsable para maximizar ventajas y minimizar daños. Concluyen que su desarrollo debe acompañarse de una reflexión ética y políticas que aseguren un impacto positivo en la sociedad
	Síntesis	La IA en zonas mineras mejora la vigilancia en tiempo real mediante visión por computadora y drones, detectando actividades ilícitas de forma rápida y precisa. Sin embargo, Chrzanovski y Mortier (2023) advierten sobre riesgos éticos y de control, resaltando la importancia de marcos regulatorios. Con un uso responsable y reflexión ética, la IA puede maximizar beneficios y reducir daños sociales.
Sc 8: Toma de decisiones mejorada	Entrevista Semiestructurada	La IA ayuda a detectar y priorizar áreas de minería ilegal mediante modelos predictivos y análisis de datos diversos, optimizando recursos y tiempos de respuesta. También facilita la planificación de operativos más eficientes y la integración de información de distintas instituciones para decisiones coordinadas. Además, permite prever cambios en la actividad ilegal, posibilitando respuestas proactivas y tempranas ante amenazas emergentes.
	Indagación documental	Fabian (2019) destaca que la incorporación de la inteligencia artificial en lo militar requiere un cambio en el liderazgo, promoviendo adaptabilidad, toma de decisiones basada en datos y ética. Es fundamental preparar a los líderes para afrontar los desafíos y oportunidades que presenta la IA. Esto asegura operaciones seguras, eficaces y éticas en el ámbito militar.

Sub-Categorías	Técnicas	Triangulación integral de Técnicas Cualitativas
	Síntesis	La IA optimiza la detección y priorización de minería ilegal mediante análisis predictivos y datos integrados, mejorando la eficiencia en recursos y respuestas. Facilita la planificación de operativos coordinados y permite anticipar cambios en la actividad ilícita para responder de forma proactiva. En el ámbito militar, su implementación requiere liderazgo adaptativo, decisiones basadas en datos y una gestión ética para garantizar operaciones seguras y efectivas
Sc9: Personalización y experiencia del usuario	Entrevista Semiestructurada	La IA puede detectar y anticipar actividades mineras ilegales en tiempo real, optimizando la respuesta y previniendo daños irreversibles. Además, se adapta a las características locales y facilita su uso mediante interfaces intuitivas, promoviendo la participación comunitaria. También fomenta la coordinación entre actores, evalúa la efectividad de acciones y garantiza la seguridad de los datos para una gestión efectiva y confiable.
	Indagación documental	El informe de CEPLAN (2023) señala que la minería ilegal causa daños ambientales y sociales graves, como deforestación, contaminación y conflictos comunitarios. Además, resalta la importancia de fortalecer las instituciones y aplicar estrategias integrales para formalizar y regular la minería. Esto busca reducir los impactos y promover un desarrollo sostenible en las regiones afectadas.
	Síntesis	La IA permite detectar y anticipar actividades mineras ilegales en tiempo real, promoviendo respuestas rápidas y participación comunitaria. También mejora la coordinación, evalúa acciones y asegura la seguridad de los datos para una gestión confiable. Según CEPLAN (2023), fortalecer instituciones y aplicar estrategias integrales es clave para reducir daños ambientales y sociales causados por la minería ilegal y promover un desarrollo sostenible

CAPÍTULO V: DIÁLOGO TEÓRICO EMPÍRICO

5.1. La discusión teórico empírica

El diálogo entre las perspectivas teórica y empírica es fundamental para el avance del conocimiento científico. La teoría proporciona un marco conceptual que nos permite entender y organizar la realidad, formulando presunciones y principios que guían la investigación. Por otro lado, la investigación empírica aporta la evidencia concreta y verificable que valida, refuta o modifica esas teorías. Cuando estos enfoques dialogan de manera equilibrada, se fomenta un proceso dinámico en el que las ideas abstractas se confrontan con datos reales, enriqueciendo así nuestra comprensión del mundo. Este intercambio no solo fortalece la solidez de las conclusiones científicas, sino que también impulsa la innovación y el desarrollo de nuevas líneas de investigación.

Según Karl Popper (1934) señala que el diálogo teórico-empírico es una discusión que combina la teoría y la evidencia empírica para analizar y comprender un fenómeno o problema específico. En este tipo de diálogo, se integran conceptos y marcos teóricos con datos y resultados empíricos

Por otro lado, Thomas Kuhn (1962) indica que el diálogo teórico-empírico es fundamental en diversas disciplinas, como la ciencia, la sociología, la psicología, la economía y la medicina. Finalmente, el objetivo es integrar la teoría y la evidencia empírica para avanzar en la comprensión y el conocimiento de un tema específico.

Robert Merton (1968)

En el contexto de la propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal en el caso Pataz, este diálogo implica primero identificar y comprender las teorías y marcos conceptuales relacionados con la minería ilegal, las tecnologías de inteligencia artificial y las estrategias de control y prevención, para luego comparar estos conocimientos con los hallazgos empíricos derivados del estudio de campo, los datos recolectados y las experiencias locales.

Tabla 8

Tabla matriz del dialogo teórico empírico

Categorías	Citas teóricas	Testimonios
C1: Implementación de Herramientas de inteligencia artificial.	• Delmau, P. (2020) sostiene que la inteligencia artificial impulsa la automatización y optimización de las funciones operacionales, mejorando la eficiencia y la toma de decisiones en las organizaciones. • Romero, S. (2019). sostiene que la inteligencia artificial (IA) representa una herramienta fundamental para fortalecer la estrategia y la seguridad nacional de los Estados. Destaca que la incorporación de tecnologías de IA permite mejorar la capacidad de detección, análisis y respuesta frente a amenazas, así como optimizar procesos militares y de inteligencia. Además, Romero subraya la importancia de desarrollar marcos éticos y regulatorios adecuados para gestionar los riesgos asociados a la IA en contextos de defensa, asegurando que su uso contribuya a la seguridad y soberanía de las naciones sin comprometer principios fundamentales. • Gasparinetti, Et al. analiza los impactos sociales y ambientales de la minería ilegal	• La inteligencia artificial analiza datos en tiempo real para detectar anomalías, optimizando operaciones y reduciendo riesgos. Automatiza tareas rutinarias y realiza mantenimiento predictivo, mejorando la eficiencia y disminuyendo costos. Su implementación requiere planificación, capacitación y atención a la seguridad y la integración con sistemas existentes. • La inteligencia artificial permite monitorear en tiempo real imágenes satelitales y detectar actividades ilegales como deforestación y minería no autorizada. También utiliza drones y análisis de datos históricos para identificar patrones, predecir zonas vulnerables y coordinar respuestas rápidas. Además, integra diversas fuentes de información para alertar sobre actividades sospechosas, priorizando recursos y optimizando la fiscalización en Pataz • La IA procesa imágenes satelitales y drones en tiempo real para detectar actividades mineras ilegales mediante algoritmos de visión por computadora y aprendizaje automático. Integra datos de diversas fuentes para generar alertas tempranas, optimizando la vigilancia y permitiendo intervenciones rápidas. Además, analiza redes sociales y construye modelos

Categorías	Citas teóricas	Testimonios
	de oro en la Amazonía, resaltando la necesidad de enfoques integrados para su gestión y regulación.	predictivos para concentrar recursos en áreas de mayor riesgo, previniendo daños ambientales y sociales.
Diálogo 1	En Pataz, la implementación de la inteligencia artificial (IA) se da mediante un proceso que implica la adopción de tecnologías avanzadas para analizar datos en tiempo real, detectar anomalías y monitorear actividades ilegales como la deforestación y minería no autorizada, utilizando imágenes satelitales y drones, lo que permite coordinar respuestas rápidas y mejorar la fiscalización. Esta integración requiere una planificación cuidadosa que incluya la capacitación del personal para manejar las nuevas herramientas y garantizar la seguridad de los datos, además de abordar posibles problemas de compatibilidad con los sistemas existentes. Asimismo, se recopilan y gestionan datos provenientes de diversas fuentes, como redes sociales y registros históricos, para potenciar la precisión y eficacia de las intervenciones, aunque esto implica riesgos relacionados con la calidad de la información. La automatización de tareas rutinarias, el mantenimiento predictivo y la priorización de recursos también se implementan para optimizar las operaciones y reducir costos. En conjunto, la implementación de la IA en Pataz se realiza mediante un enfoque integral que busca maximizar sus beneficios, atendiendo a los desafíos técnicos y humanos que su adecuado uso requiere.	
C2: Influencia del empleo de Inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal.	• Rivera ,Et al,(2023) sostienen que la minería ilegal en Ecuador está influenciada por gobernanzas criminales que controlan enclaves productivos, generando impactos sociales, económicos y ambientales • El artículo de Álvarez (2024) analiza cómo las redes criminales en la minería ilegal del norte peruano mantienen su control territorial mediante estrategias de organización y violencia. Además, examina las implicancias para la política pública y el orden social en la región.	• La inteligencia artificial ha permitido detectar y prevenir la minería ilegal mediante análisis de imágenes satelitales y algoritmos de aprendizaje automático. Facilita la asignación eficiente de recursos y la identificación de actividades sospechosas, mejorando la intervención de las autoridades. Además, fomenta la colaboración entre instituciones y la participación comunitaria, contribuyendo a la reducción de estas actividades ilícitas desde 2023 hasta 2025. • La inteligencia artificial mejora la detección y control de la minería ilegal mediante análisis en tiempo real de datos satelitales, reduciendo actividades ilícitas y afectaciones ambientales. Evalúa su impacto en la

Categorías	Citas teóricas	Testimonios
	• Morche (2022) sostiene que la investigación ambiental es fundamental para identificar y evaluar los Pasivos Ambientales Mineros en La Ciénaga, permitiendo definir opciones efectivas de remediación. Además, enfatiza la importancia de aplicar tecnologías y estrategias sostenibles para mitigar el impacto ambiental de estas áreas	disminución de zonas afectadas, incidentes y costos operativos, fortaleciendo la colaboración interinstitucional. Estas herramientas contribuyen a proteger ecosistemas y comunidades vulnerables, evidenciado en indicadores ambientales y sociales. • La inteligencia artificial ha mejorado la seguridad en Pataz mediante análisis de datos, optimización de recursos y reconocimiento facial para prevenir delitos y responder rápidamente. Además, facilita la denuncia ciudadana y predice emergencias, fortaleciendo la colaboración y la protección comunitaria. Sin embargo, su uso requiere regulación para proteger derechos y evitar sesgos.
Diálogo 2	La implementación de inteligencia artificial en Pataz guarda relación con la teoría al demostrar cómo el uso de tecnologías avanzadas, como el análisis de imágenes satelitales, algoritmos de aprendizaje automático y reconocimiento facial, puede mejorar significativamente el control y la prevención de actividades ilícitas en la minería ilegal, optimizando la asignación de recursos, facilitando el análisis en tiempo real, fortaleciendo la colaboración interinstitucional y promoviendo una participación comunitaria activa, todo ello contribuyendo a la protección del medio ambiente y la seguridad social, aunque también plantea la necesidad de establecer regulaciones que garanticen los derechos y eviten sesgos en el uso de estas tecnologías.	
C3: Eficiencia con el empleo de inteligencia artificial	• Chrzanovski Et.al, sostienen que la inteligencia artificial presenta una dicotomía en sus usos, ya que puede ser una herramienta para el progreso social y la innovación, o una fuente de riesgos y desafíos éticos. • Fabian, M. (2019) sostiene que el liderazgo militar debe adaptarse a los avances de la inteligencia artificial para mejorar la toma de	• La IA procesa datos en tiempo real de diversas fuentes para detectar actividades ilegales en zonas mineras, mejorando la rapidez y precisión. Utiliza visión por computadora y drones para identificar movimientos sospechosos y patrones de riesgo, optimizando la vigilancia. Además, integra información en plataformas unificadas, facilitando decisiones rápidas y coordinadas para reducir actividades ilícitas.

Categorías	Citas teóricas	Testimonios
	decisiones y la eficacia en escenarios de combate. Además, enfatiza la importancia de incorporar tecnologías emergentes sin perder el control ético y estratégico. Lo más importante que propone CEPLAN (2023) es utilizar el análisis geoespacial para identificar y comprender las problemáticas ambientales y sociales en áreas de minería ilegal, con el fin de diseñar estrategias de intervención efectivas	- La IA ayuda a detectar y priorizar áreas de minería ilegal mediante modelos predictivos y análisis de datos diversos, optimizando recursos y tiempos de respuesta. También facilita la planificación de operativos más eficientes y la integración de información de distintas instituciones para decisiones coordinadas. Además, permite prever cambios en la actividad ilegal, posibilitando respuestas proactivas y tempranas ante amenazas emergentes. - La IA puede detectar y anticipar actividades mineras ilegales en tiempo real, optimizando la respuesta y previniendo daños irreversibles. Además, se adapta a las características locales y facilita su uso mediante interfaces intuitivas, promoviendo la participación comunitaria. También fomenta la coordinación entre actores, evalúa la efectividad de acciones y garantiza la seguridad de los datos para una gestión efectiva y confiable.
Diálogo 3	Actualmente, en Pataz, la implementación de inteligencia artificial (IA) en la vigilancia y detección de actividades ilegales en zonas mineras se ha consolidado en gran medida, respaldando la teoría que sostiene que la tecnología puede mejorar significativamente el control y la protección del entorno. La IA procesa en tiempo real datos provenientes de diversas fuentes, como sistemas de visión por computadora y drones, lo que permite identificar movimientos sospechosos y patrones de riesgo con mayor rapidez y precisión. Además, la integración de esta información en plataformas unificadas facilita decisiones rápidas y coordinadas entre las autoridades, optimiza la priorización y planificación de operativos mediante modelos predictivos, y posibilita respuestas proactivas ante amenazas emergentes. Todo ello, complementado con la participación comunitaria y la coordinación entre diferentes actores, contribuye a fortalecer la estrategia en la lucha contra la minería ilegal en la región.	

5.2. Conclusiones

Una vez concluida la fase de triangulación y establecido el diálogo entre las perspectivas teóricas y empíricas, así como analizados en profundidad los resultados cualitativos obtenidos, se logró consolidar un conjunto de conclusiones que permiten comprender de manera más integral el fenómeno estudiado. Estas conclusiones reflejan no solo los hallazgos específicos derivados del análisis, sino también las implicaciones teóricas y prácticas que emergen del proceso de investigación, aportando así a un entendimiento más profundo y enriquecido del tema abordado.

Respecto al primer objetivo. Explicar cómo implementar las herramientas de inteligencia artificial en para la reducción de la minería ilegal en Pataz, 2023-2025, se concluye que:

1 La Implementación tecnológica

La implementación de tecnologías como la inteligencia artificial en la lucha contra la minería ilegal en Pataz es una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia en la detección y control de actividades ilícitas. La capacidad de la IA para analizar datos en tiempo real, identificar anomalías y automatizar tareas permite una respuesta más rápida y efectiva, además de reducir costos operativos. Sin embargo, su éxito requiere una planificación cuidadosa, capacitación especializada, atención a la seguridad y una integración adecuada con los sistemas existentes. Como señala Delmau (2020) en , la adopción responsable y estratégica de estas tecnologías es esencial para modernizar las capacidades y gestionar de manera eficiente los recursos, contribuyendo significativamente a combatir la minería ilegal y proteger los recursos naturales en Pataz..

2 Aplicaciones en acciones de seguridad

La lucha contra la minería ilegal en Pataz requiere acciones de seguridad integradas y tecnológicamente avanzadas que incluyan el uso efectivo de herramientas como la inteligencia artificial (IA), visión por computadora y aprendizaje automático para monitorear en tiempo real y detectar actividades ilícitas con rapidez y precisión, generando alertas tempranas que faciliten respuestas inmediatas y reduzcan la dependencia de métodos tradicionales menos efectivos. Estas tecnologías permiten analizar redes sociales y construir modelos predictivos que concentren los recursos en

las zonas de mayor riesgo, optimizando la vigilancia y previniendo daños ambientales y sociales en áreas vulnerables. Para maximizar su eficacia, estas acciones deben complementarse con políticas sostenibles y la participación activa de comunidades y autoridades locales, fortaleciendo la seguridad regional y contribuyendo a la protección del entorno en Pataz

3 Nivel de eficiencia

En Pataz, la utilización de herramientas de inteligencia artificial (IA) para analizar redes sociales y otros datos puede ser una estrategia eficiente para identificar patrones y construir modelos predictivos. Esto permite focalizar recursos en las áreas de mayor riesgo, ayudando a prevenir daños ambientales y sociales. Según Gasparinetti et al. (2023), la minería ilegal en la Amazonía causa impactos devastadores, y las soluciones tecnológicas como la IA son clave para diseñar políticas más sostenibles y efectivas.

La implementación de IA en Pataz puede complementar los esfuerzos de las autoridades, mejorando la detección y prevención de actividades ilegales. Esto contribuiría a la protección del medio ambiente y a la seguridad social en la región. Sin embargo, la eficiencia de estas herramientas dependerá de una adecuada integración con políticas públicas, la asignación de recursos adecuados y la participación activa de la comunidad, asegurando así un impacto duradero y sostenible.

Respecto al segundo objetivo. Explicar cómo influye el empleo de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025, se concluye que:

1 Disminución de actividades ilícitas.

La inteligencia artificial puede reducir las actividades ilícitas de minería ilegal en Pataz y otras regiones mediante monitoreo satelital y drones que detectan actividades no autorizadas en tiempo real. También analiza grandes volúmenes de datos para identificar patrones sospechosos y zonas de incidencia alta. El reconocimiento de imágenes ayuda a localizar personas y maquinaria involucradas, facilitando su captura. Además, optimiza recursos al priorizar áreas críticas y promueve campañas de sensibilización sobre los impactos negativos. La colaboración entre autoridades, comunidades y organizaciones ambientales fortalece estos esfuerzos, protegiendo recursos y fomentando una minería legal y sustentable.

2 Resultados de control territorial

Las herramientas de inteligencia artificial en Pataz mejoran el control territorial mediante monitoreo satelital en tiempo real y detección de actividades ilegales. La IA identifica patrones y anomalías, reduciendo la necesidad de inspecciones físicas y ahorrando recursos. Automatiza análisis, disminuyendo costos y permitiendo enfoques estratégicos. Facilita la colaboración entre instituciones y genera mapas de riesgo para prevenir daños mayores. Sin embargo, las redes criminales en la zona representan un desafío que requiere fortalecer el Estado y acciones coordinadas. La participación comunitaria y la educación son clave para un control efectivo y la protección del medio ambiente.

3 Impacto en indicadores de seguridad

Los indicadores de seguridad, cuando se combinan con la inteligencia artificial (IA), tienen un impacto profundo en la lucha contra la minería ilegal, especialmente en áreas complejas como el norte peruano. La IA mejora significativamente la precisión en el monitoreo satelital, permitiendo detectar actividades ilícitas con mayor rapidez y confiabilidad, facilitando respuestas tempranas de las autoridades. Además, ayuda en la evaluación y seguimiento de riesgos mediante el análisis de incidentes y redes criminales, lo que permite ajustar estrategias en tiempo real y optimizar la asignación de recursos. La integración de IA también fortalece el control territorial, promoviendo acciones coordinadas entre fuerzas del orden, el Estado y las comunidades, y facilitando la participación comunitaria en la vigilancia y denuncia. Asimismo, la IA permite medir el impacto de las intervenciones, promoviendo políticas sostenibles y efectivas a largo plazo. En conjunto, estas tecnologías optimizan la detección, prevención y respuesta, fortaleciendo la seguridad regional y contribuyendo a la protección del medio ambiente.

Respecto al tercer objetivo. Describir la eficiencia del uso de herramientas de inteligencia artificial para reducir la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025, se concluye que:

1. Optimización de procesos

La inteligencia artificial (IA) optimiza los procesos contra la minería ilegal en zonas como Pataz principalmente a través de la vigilancia en tiempo real. Mediante tecnologías de visión por computadora y el despliegue de drones, la IA puede detectar actividades

ilícitas de manera rápida y precisa, permitiendo una respuesta más eficiente por parte de las autoridades. Esta capacidad de monitoreo continuo reduce la dependencia de inspecciones manuales, disminuye los tiempos de detección y aumenta la probabilidad de prevenir daños ambientales y sociales asociados con la minería ilegal.

No obstante, expertos como Chrzanovski y Mortier (2023) advierten sobre los riesgos éticos y de control asociados con el uso de estas tecnologías. Es fundamental establecer marcos regulatorios adecuados que aseguren un uso responsable, protejan los derechos de las comunidades y eviten abusos o vigilancia excesiva. Con una implementación ética y reflexiva, la IA puede maximizar sus beneficios en la lucha contra la minería ilegal, contribuyendo a la protección del medio ambiente y a la justicia social en zonas como Pataz.

2. Toma de decisiones mejorada

La IA fortalece la toma de decisiones y el liderazgo en Pataz mediante análisis predictivos y datos integrados, mejorando la capacidad de priorizar acciones y asignar recursos de manera eficiente. Facilita la planificación de operativos coordinados entre instituciones y permite anticipar movimientos y actividades ilícitas, posibilitando respuestas proactivas y estratégicas. En el contexto de liderazgo, su implementación requiere de una gestión adaptativa, decisiones fundamentadas en datos confiables y un compromiso ético para garantizar operaciones transparentes, seguras y efectivas en la lucha contra la minería ilegal.

3. Personalización y experiencia del usuario

En la personalización y experiencia del usuario de los operadores contra la minería ilegal, la inteligencia artificial (IA) ofrece soluciones más centradas en las necesidades y expectativas de los usuarios, mejorando su interacción y satisfacción. Es así que, la IA puede detectar y anticipar actividades ilegales en tiempo real, permitiendo que los usuarios, como comunidades y autoridades, reciban información relevante y oportuna, promoviendo una participación activa y empoderada. Además, la IA facilita la coordinación entre diferentes actores, evalúa acciones en función de las preferencias y comportamientos de los usuarios, y garantiza la seguridad de los datos, creando una experiencia confiable y transparente. Según CEPLAN (2023), fortalecer las instituciones y aplicar estrategias integradas no solo reduce los daños ambientales y sociales de la minería ilegal, sino que también mejora la experiencia del usuario al ofrecer soluciones personalizadas, fomentando un desarrollo sostenible y participativo.

Conclusión general

Las herramientas de inteligencia artificial son fundamentales para reducir la minería ilegal en Pataz, ya que permiten monitorear vastas áreas en tiempo real mediante análisis de imágenes satelitales y drones. Estas tecnologías facilitan la detección temprana de actividades ilegales, mejorando la eficacia de las intervenciones. Además, la IA ayuda a identificar patrones y tendencias en las operaciones mineras ilícitas, optimizando recursos y estrategias de control. La implementación de estas herramientas fomenta la colaboración entre instituciones, fortaleciendo la vigilancia y protección del medio ambiente. En conjunto, contribuyen a combatir la minería ilegal de manera más eficiente y sostenible en la región.

5.3. Recomendaciones

Las recomendaciones que a continuación se ofrecen, dado el nivel que corresponde deben ser elevadas al Comande de educación del Ejército (COEDE), para que a su vez el ejecutivo por medio del ministerio de energía y minas (Minem) y del Gobierno regional (GORE) de la Libertad tome las previsiones y acciones siguientes:

1. Para la Implementación tecnológica

El Minem debe implementar tecnologías de inteligencia artificial para detectar y controlar la minería ilegal en Pataz, mejorando la eficiencia y rapidez de las operaciones. Además, debe garantizar la capacitación del personal, la seguridad de los sistemas y la integración con plataformas existentes. Finalmente, es crucial planificar estratégicamente la adopción de estas tecnologías para modernizar la gestión de recursos y proteger el medio ambiente.

2. Para las aplicaciones en acciones de seguridad

El gobierno regional y la PNP deben implementar acciones de seguridad mediante el uso de tecnologías avanzadas, como cámaras y sistemas de monitoreo. Además, deben promover la colaboración con comunidades y autoridades locales para fortalecer la protección ambiental y prevenir delitos.

3. Para el nivel de eficiencia

El gobierno regional de la Libertad debe, fortalecer la colaboración con entidades tecnológicas y la comunidad para garantizar una integración efectiva de estas

tecnologías en políticas públicas. Finalmente, asimismo asignar recursos adecuados y capacitar a los actores locales para maximizar la eficiencia y sostenibilidad de las acciones.

4. En la disminución de actividades ilícitas

El MINEM debe implementar tecnología satelital y drones para monitoreo en tiempo real, capacitar a las autoridades en análisis de datos y reconocimiento de imágenes, y promover campañas de sensibilización y colaboración con comunidades y organizaciones ambientales para fortalecer la lucha contra la minería ilegal.

5. En los resultados de control territorial.

El MINEM y el GORE – La Libertad debe promover la implementación de inteligencia artificial en Pataz junto a las fuerzas armadas y policiales, fomentando la colaboración y capacitación para un control efectivo y protección ambiental, además de fortalecer la presencia estatal para enfrentar redes criminales y prevenir daños mayores

6. En el Impacto en indicadores de seguridad.

En Pataz, se propone una estrategia integral de seguridad que fomente la colaboración entre las fuerzas del orden, el Estado y las comunidades, promoviendo la participación ciudadana en vigilancia y denuncias. La incorporación de inteligencia artificial permite evaluar las intervenciones, apoyando políticas sostenibles.

7. Para la optimización de procesos

El Gobierno regional de La Libertad debe establecer marcos regulatorios claros para garantizar un uso ético y responsable de la IA, protegiendo los derechos de las comunidades. Es fundamental promover la supervisión y control que eviten abusos o vigilancia excesiva. Así, la implementación ética de la IA puede potenciar su impacto positivo en la lucha contra la minería ilegal, promoviendo la protección ambiental y servicio a la población

8. Para la toma de decisiones mejorada

El Minem debe liderar la implementación de plataformas de análisis predictivos e integradas, promoviendo decisiones basadas en datos confiables. Además, establecerá una estrategia de coordinación institucional para planificar operaciones, prevenir ilícitos y asignar recursos eficientemente, garantizando transparencia, seguridad y ética en la lucha contra la minería ilegal con una gestión flexible y proactiva.

9. Personalización y experiencia del usuario

El Gobierno regional debe promover una interacción activa y colaborativa, personalizar las respuestas según las necesidades del usuario, y facilitar su participación en la generación de contenido y resolución de problemas. Además, se debe recopilar y analizar continuamente sus comentarios y datos de uso para mejorar los algoritmos y ofrecer recomendaciones más precisas, logrando una experiencia más eficiente, relevante y adaptada a sus intereses.

PROPUESTA PARA ENFRENTAR LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Título: Propuesta de una Herramienta de Inteligencia Artificial para la Reducción de la Minería Ilegal en Pataz (2023-2025)

1. INTRODUCCIÓN

La minería ilegal en Pataz, región de gran biodiversidad y riqueza cultural en Perú, representa una amenaza significativa para el medio ambiente, la economía formal y la seguridad social. La detección temprana, monitoreo efectivo y gestión de datos son fundamentales para contrarrestar esta problemática. La implementación de una herramienta basada en inteligencia artificial (IA) puede ofrecer soluciones innovadoras, eficientes y sostenibles para reducir la minería ilegal en la zona en un período de 2023 a 2025.

2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

- a. Detectar y monitorear en tiempo real las actividades mineras ilegales mediante tecnologías de IA.
- b. Optimizar la gestión de datos relacionados con actividades mineras y ambientales.
- c. Facilitar la toma de decisiones por parte de autoridades y organismos de control.
- d. Promover la participación comunitaria mediante aplicaciones de denuncia y sensibilización.

3. SISTEMAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL MÁS ADECUADOS

Para lograr estos objetivos, se propone integrar diversos sistemas de IA, cada uno con funciones específicas complementarias:

3.1 Sistemas de Visión por Computadora (Computer Vision)

- a. **Función:** Detectar actividades mineras ilegales mediante análisis de imágenes satelitales y drones.
- b. **Tecnologías clave**
 1. Redes neuronales convolucionales (CNNs)
 2. Modelos de detección de objetos (YOLO, Faster R-CNN)
 3. Análisis de cambios en imágenes satelitales (Change Detection)
- c. **Aplicación**
 1. Monitoreo constante de áreas críticas usando satélites de alta resolución (por ejemplo, Sentinel-2, Planet Labs).
 2. Uso de drones equipados con cámaras de alta definición para inspecciones en áreas de difícil acceso.

3. Detección automática de movimientos, excavaciones y modificaciones en la superficie terrestre que indiquen minería ilegal.

3.2 Sistemas de Análisis de Datos Geoespaciales (GIS y AI)

- a. **Función:** Analizar datos geográficos, ambientales y de actividades humanas para identificar patrones y áreas de riesgo.
- b. Tecnologías clave
 1. Algoritmos de clustering (K-means, DBSCAN)
 2. Modelos de predicción espacial
 3. Integración de datos satelitales, meteorológicos y de denuncias comunitarias
- c. Aplicación
 - 1) Mapear zonas con alta probabilidad de actividad minera ilegal.
 - 2) Identificar correlaciones entre actividades humanas, deforestación y cambios en el uso del suelo.

3.3 Sistemas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)

- a. **Función:** Analizar reportes, denuncias ciudadanas y redes sociales para detectar alertas tempranas.
- b. Tecnologías clave
 1. Modelos de clasificación y extracción de información (BERT, GPT)
 2. Análisis de sentimientos y detección de eventos relevantes
- c. Aplicación
 1. Automatizar la revisión de denuncias comunitarias y reportes en plataformas digitales.
 2. Priorizar casos según la gravedad y la ubicación.

3.4 Sistemas de Inteligencia Artificial para Predicción y Modelado

- a. **Función:** Predecir posibles focos de minería ilegal futura y planificar acciones preventivas.
- b. Tecnologías clave
 1. Modelos de aprendizaje supervisado y no supervisado
 2. Redes neuronales recurrentes (RNN)
 3. Algoritmos de optimización
- c. Aplicación
 - 1) Generar mapas de riesgo y escenarios futuros.
 - 2) Asignar recursos y esfuerzos preventivos en zonas de alta probabilidad de actividad ilegal.

4. ARQUITECTURA GENERAL DE LA SOLUCIÓN

Una plataforma integrada que combine los sistemas descritos:

1. Módulo de adquisición de datos: satélites, drones, reportes comunitarios.

2. Módulo de análisis: visión por computadora, análisis geoespacial y PLN.
3. Módulo de predicción y planificación: modelos predictivos y de escenarios.
4. Interfaz de usuario: panel de control para autoridades, con alertas en tiempo real y mapas interactivos.
5. Sistema de retroalimentación: incorporar denuncias y datos de campo para mejorar los modelos.

5. IMPLEMENTACIÓN Y CRONOGRAMA (2023-2025)

5.1 PRIMER AÑO Q1-Q2: LEVANTAMIENTO DE DATOS BASE, SELECCIÓN Y CAPACITACIÓN EN TECNOLOGÍAS, DESARROLLO DE PROTOTIPOS

a. Levantamiento de datos base

- 1) Recopilación de datos geoespaciales existentes (imágenes satelitales, mapas, registros históricos).
- 2) Realización de campañas de captura de datos en campo, incluyendo imágenes, videos y sensores específicos.
- 3) Identificación de áreas prioritarias para el monitoreo y análisis.

b. Selección y capacitación en tecnologías

- 1) Evaluación y selección de plataformas de visión por computadora, análisis geoespacial, y herramientas de integración.
- 2) Capacitación del equipo técnico en el uso de estas tecnologías, incluyendo software y hardware especializado.
- 3) Formación en metodologías de análisis de datos y buenas prácticas en manejo de información.

c. Desarrollo de prototipos de visión por computadora y análisis geoespacial

- 1) Creación de modelos iniciales para detección automática de eventos o cambios relevantes (deforestación, actividades ilícitas, etc.).
- 2) Pruebas con conjuntos de datos de prueba para validar la efectividad de los prototipos.
- 3) Ajuste de algoritmos y desarrollo de interfaces básicas para facilitar su uso.

5.2 PRIMER AÑO_Q3-Q4: IMPLEMENTACIÓN PILOTO EN ÁREAS ESTRATÉGICAS, INTEGRACIÓN DE SISTEMAS Y CAPACITACIÓN

a. Implementación piloto en áreas estratégicas

- 1) Despliegue de los prototipos en zonas seleccionadas para pruebas en condiciones reales.
- 2) Monitoreo continuo para evaluar rendimiento y cobertura del sistema en los sitios piloto.
- 3) Recolección de feedback de los usuarios y actores locales involucrados.

b. Integración de sistemas y pruebas

- 1) Conexión de las soluciones de visión por computadora con plataformas de análisis geoespacial y bases de datos.
- 2) Pruebas de interoperabilidad entre sistemas y resolución de fallas técnicas.
- 3) Automatización de procesos para facilitar el monitoreo en tiempo real.

c. Capacitación de personal y comunidades locales

- 1) Organización de talleres y sesiones de formación para personal técnico, operadores y comunidades.
- 2) Desarrollo de manuales y guías de uso.
- 3) Promoción de la participación comunitaria para fortalecer la vigilancia y reporte ciudadano.

5.3 SEGUNDO AÑO_Q1-Q2: ESCALAMIENTO DEL MONITOREO EN TIEMPO REAL, INCORPORACIÓN DE DENUNCIAS CIUDADANAS Y REDES SOCIALES, AJUSTE Y OPTIMIZACIÓN DE MODELOS

a. Escalamiento del monitoreo en tiempo real:

- 1) Implementación de sistemas automáticos para la recepción y análisis de datos en vivo.
- 2) Instalación de sensores adicionales si es necesario para mejorar cobertura y precisión.
- 3) Configuración de alertas automáticas ante eventos relevantes.

b. Incorporación de denuncias ciudadanas y redes sociales

- 1) Desarrollo de plataformas digitales para que comunidades y ciudadanos reporten incidentes.
- 2) Integración de análisis de redes sociales para identificar tendencias y alertas tempranas.
- 3) Validación de denuncias y cruces con datos satelitales y de campo.

c. Ajuste y optimización de modelos

- 1) Refinamiento de algoritmos con nuevos datos recopilados.
- 2) Mejoras en la precisión y velocidad del sistema.
- 3) Documentación de mejoras y preparación para la fase de expansión.

5.4 SEGUNDO AÑO_Q3-Q4: IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS PREDICTIVOS, EVALUACIÓN DE IMPACTO Y AJUSTES, COORDINACIÓN CON FUERZAS DE CONTROL Y JUSTICIA

a. Implementación de sistemas predictivos

- 1) Desarrollo de modelos que anticipen eventos futuros basados en patrones históricos y en tiempo real.
- 2) Integración de variables sociales, ambientales y de seguridad para mejorar predicciones.
- 3) Capacitación en el uso de sistemas predictivos para las entidades responsables.

b. Evaluación de impacto y ajustes

- 1) Análisis de la efectividad del sistema en la reducción de delitos o en la protección del entorno.
- 2) Encuestas y entrevistas con actores clave para recoger percepciones y sugerencias.
- 3) Realización de ajustes técnicos y operativos para optimizar el sistema.
- c. Coordinación con fuerzas de control y justicia
 - 1) Establecimiento de protocolos de comunicación y respuesta rápida ante alertas.
 - 2) Capacitación conjunta para mejorar la actuación en campo.
 - 3) Creación de redes de colaboración para fortalecer la respuesta institucional.

5.5 TERCER AÑO: CONSOLIDACIÓN DE LA PLATAFORMA, MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN, EVALUACIÓN FINAL Y REPORTE DE RESULTADOS

- a. Consolidación de la plataforma:
 - 1) Integración definitiva de todos los componentes tecnológicos y humanos en una solución estable.
 - 2) Documentación del sistema y creación de manuales de operación y mantenimiento.
- b. Mantenimiento y actualización:
 - 1) Programación de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.
 - 2) Incorporación de mejoras tecnológicas y nuevas funcionalidades según necesidades emergentes.
 - 3) Capacitación continua del personal.
- c. Evaluación final y reporte de resultados
 - 1) Análisis exhaustivo del impacto social, ambiental y de seguridad.
 - 2) Elaboración de informes y presentaciones para stakeholders y financiadores.
 - 3) Planificación de futuras escalas o ampliaciones del sistema.

6. BENEFICIOS ESPERADOS

- a. Detección temprana y respuesta rápida a actividades ilegales.
- b. Reducción de la minería ilegal, con un impacto positivo en el medio ambiente y la economía formal.
- c. Fortalecimiento de capacidades institucionales mediante formación y transferencia tecnológica.
- d. Participación activa de la comunidad, promoviendo una cultura de denuncia y protección del entorno.

7. CONCLUSIÓN

La integración de sistemas de inteligencia artificial, especialmente visión por computadora, análisis geoespacial, procesamiento de lenguaje natural y modelos predictivos, constituye una estrategia innovadora y efectiva para combatir la minería ilegal en Pataz. La clave del éxito radica en la colaboración multisectorial, la

participación comunitaria y la adaptación continua de las tecnologías a las necesidades del contexto local. Esta propuesta busca no solo reducir la minería ilegal, sino también promover un desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

8. RECOMENDACIONES FINALES

- a. Establecer alianzas con instituciones académicas, ONGs y el sector privado.
- b. Garantizar la protección de datos y la ética en el uso de tecnologías.
- c. Fomentar la sensibilización y capacitación de las comunidades locales.

9. FUENTES Y RECURSOS ADICIONALES

- a. Datos satelitales: Sentinel, Planet Labs.
- b. Plataformas de análisis: Google Earth Engine, QGIS, ArcGIS.
- c. Herramientas de IA: TensorFlow, PyTorch, Hugging Face transformers.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andina. (2025, enero 30). *Pataz: Nueva estrategia de control contra minería ilegal usa drones de última tecnología*. Agencia Andina.
<https://andina.pe/agencia/noticia-pataz-nueva-estrategia-control-contra-mineria-ilegal-usa-drones-ultima-tecnologia-1031300.aspx>
- Álvarez, J., & Paredes, M. (2021). *La minería ilegal y sus vínculos con economías criminales en el Perú*. Revista Peruana de Ciencias Sociales, 12(2), 45-62.
- Álvarez, D. (2024). Redes criminales y control territorial en la minería ilegal del norte peruano. Revista de Criminología y Política Pública, 15(2), 88–112.
- Andrejevic, M. (2020). Automated media. Routledge.
- Baltes (Eds.), International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (pp. 1–6). Elsevier.
- Balaniuk, R., Isupova, O., & Reece, S. (2020). Mining and Tailings Dam Detection In Satellite Imagery Using Deep Learning. arXiv.
- Banco Mundial. (2024). Illegal mining and state fragility in Latin America: Policy frameworks and regional responses. World Bank Policy Brief
- Bebbington, A. (2020). Extractivismo, conflictos socioambientales y alternativas de desarrollo en los Andes. Revista Andina de Estudios Sociales, 28(1), 55-72.
- Bebbington, A., & Humphreys Bebbington, D. (2023). Extractivismo, gobernanza y conflicto en los Andes. CLACSO – Universidad de Manchester.
- Bijker, W. E. (2010). How is technology made?—That is the question! In N. J. Smelser & P. B.
- Bravo, M. (2024). Empleo de la 6a Brigada de Selva en la protección del medio ambiente. Lima: Escuela Superior de Guerra.
- Carter, D. (2016). Las limitaciones de la Preparación de Inteligencia del campo de batalla en un mundo complejo. *Military Review*, 10-16.
- CEPLAN. (2023). Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales que ocurren en las zonas en las que se desarrollan actividades de minería ilegal a nivel regional. Lima: Centro de Planeamiento Estratégico.
- Coperacción. (31 de Enero de 2025). *CooperAcción Informa*. Obtenido de <https://cooperaccion.org.pe/violencia-y-mineria-ilegal-los-estragos-en-pataz-y-el-cenepa/>
- Creswell, John W. (2014). metodología de la investigación pdf
- Cueva, A. (2015). Sendero Luminoso en el VRAEM ¿Antigua organización terrorista o nuevo cártel del narcotráfico? Lima: Escuela Conjunta de las Fuerzas Armadas.
- Delmau, P. (2020). Empleo de Inteligencia Artificial para el desarrollo de las Funciones Operacionales. *Revista de la Escuela Naval*, 1-37.

- Echave, J. d. (2016). La minería ilegal en el Perú. Entre la informalidad y el delito. *Revista Nueva Sociedad* 203, 131-145.
- Energiminas. (13 de Enero de 2025). *Energiminas*. Obtenido de <https://energiminas.com/2025/01/13/nuevo-atentado-contra-poderosa-con-esta-ya-son-15-torres-de-alta-tension-dinamitadas/>
- EP. (2013). *ME 1-13 Operaciones*. Lima: Ejército del Perú.
- Fabian, M. (2019). El liderazgo militar en los tiempos de la inteligencia artificial. *Visión Conjunta*, 20-28.
- Gibney, A. (Dirección). (2020). *Netflix* [Película].
- Jiménez, L. R. (2021). Minería ilegal y sus implicaciones en el conflicto armado. *Revista Nuevo Derecho* N° 13, 1-28.
- Laurent Chrzanovski y Stephane Mortier. (2023). La dicotomía de los usos de la inteligencia artificial. *Logos. Revista Científica de la Guardia Civil*, 327-347.
- Morche, W. (2022). Investigación ambiental y opciones de remediación para los Pasivos Ambientales Mineros PAM de La Ciénaga, Patate - Perú. Lima: Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR).
- PCM. (29 de Diciembre de 2005). Ley del Sistema de Inteligencia Nacional . Lima: Presidencia del Consejo de Ministros.
- Pedro Gasparinetti, Leonardo Bakker, Víctor Araujo, Miguel Macedo y Mario Caller. (2023). *Estudios de caso de la Valoración de Impactos de la Minería Ilegal de Oro en la Amazonía*. Brasilia: CSF.
- Poderosa. (8 de Enero de 2025). *Poderosa*. Obtenido de <https://www.poderosa.com.pe/quienes-somos/poderosa>
- Renato Rivera-Rhona y Carlos Bravo-Grijalva. (2023). Gobernanzas criminales y enclaves productivos de la minería ilegal en Ecuador. *Revista Logos Ciencia & Tecnología* 15, 49-69.
- Romero, S. (2019). Inteligencia artificial como herramienta de estrategia y seguridad para defensa de los Estados. *Revista de la Escuela Superior de Guerra Naval*, vol. 16, núm. 1, 51-70.
- Susanne Friess, Hein Brötz . (2011). La Minería en los Países en Desarrollo. Desafíos y Propuestas de Acción . Misereor, 2-37.
- Tello, C. G. (2024). *La conflictividad social en el departamento de La Libertad. Documento de Reflexión*. Lima: Instituto Internacional para la Democracia y la Asistencia Electoral.
- UNODC. (2023). *Respuesta a la minería ilegal y el tráfico de metales y minerales*. Viena: Sección de Servicios en Inglés, Publicaciones y Biblioteca, Oficina de las Naciones Unidas en Viena.
- USAID. (Junio de 2024). *Prevenir Amazonía*. Obtenido de https://preveniramazonia.pe/wp-content/uploads/Metodologi%CC%81a_Estimacio%CC%81n_PoblacionMinera.pdf

- Valls, M. (2018). La inteligencia artificial y su encaje en las Estrategias de Seguridad Nacional. *Instituto Español de Estudios Estratégicos* , 472-496.
- Varela, P. (2014). Desarrollo e Integración del Concepto ISTAR (Inteligencia, Vigilancia, Adquisición de Objetivos y Reconocimientos) en el Campo de Batalla Táctico. Buenos Aires: Instituto Universitario del Ejército Argentino.
- Zaldumbide, M. A. (2023). El impacto en el ambiente producido por la minería ilegal en el Ecuador. *Recimundo*, 353-361.

ANEXO 1



MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 1: Matriz de Consistencia			
Título: “Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Pataz, 2023-2025”			
Problema	Objetivos	Categorías y Subcategorías	Metodología
Problema General ¿Cuál es la importancia del empleo de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz, durante el período 2023-2025?	Objetivo General Analizar la importancia del empleo de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025.	C1: Implementación de Herramientas de inteligencia artificial. Subcategorías: - Implementación tecnológica - Aplicaciones en acciones de seguridad - Nivel de eficiencia	• Enfoque de la investigación: Cualitativa • Tipo de investigación: Teórica-Practica • Método de investigación: Hermeneutico interpretativo Estudio de caso • Muestra: Por conveniencia Seis Oficiales expertos y experimentados de la FFAA • Técnica: Entrevista semiestructurada Análisis documental
Problemas Específicos PE1: ¿Cómo implementar las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025?	Objetivos Específicos OE1: Explicar cómo implementar las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025.	C 2: Influencia del empleo de Inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal. Subcategorías: - Disminución de actividades ilícitas. - Resultados de control territorial.	
PE2: ¿Cómo influye el empleo de las herramientas de inteligencia	OE2: Explicar cómo influye el empleo de las herramientas de		

artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025?	inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025. 2023-2025.	- Impacto en indicadores de seguridad.	- Instrumentos: Guia de entrevista Ficha documental - Técnicas de procesamiento y análisis de información: Técnica artesanal, con análisis crítico y rigurosidad científica
PE3: ¿Es eficiente el uso de herramientas de inteligencia artificial para reducir la minería ilegal en Pataz durante el período ,2023-2025?	OE3: Describir la efectividad del uso de herramientas de inteligencia artificial para reducir la minería ilegal en Pataz durante el período, 2023-2025.	C 3: Eficiencia con el empleo de inteligencia artificial Subcategorías: - Optimización de procesos - Toma de decisiones mejorada - Personalización y experiencia del usuario	

ANEXO 2



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

HOJA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 01

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Pataz, 2023-2025.

I. DATOS DEL EXPERTO:

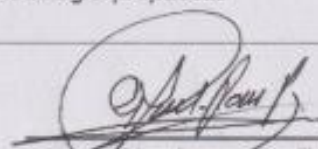
- a. Apellidos y nombres **RAMIREZ RODRIGUEZ GLEN FERNANDO**
 b. Grado académico-profesión : **Maestro**
 c. D.N.I. : **08884355**
 d. N° de teléfono : **981852642**
 e. Lugar y fecha : **24 Setiembre 2024**

II. DATOS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

- a. Autor del instrumento **Carlos Froyla ZANUDIO**
 b. Autor del instrumento **José Mamedio Zorrilla**
 c. Método de investigación **Fenomenológico (Hermenéutico interpretativo)**
 d. Tipo de entrevista **Semiestructurada**

III. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

N°	Criterios	Indicadores	Si	No	Observaciones
1	Consistencia	Las preguntas de la entrevista son congruentes a los objetivos de la investigación	X	--	
2	Claridad	Está formulada con una sintaxis y semántica que permita la comprensión adecuada	X	--	
3	Organización	Existe una organización lógica en el instrumento	X	--	
4	Suficiencia	Contiene preguntas necesarias para recabar información suficiente	X	--	
5	Relevancia	Las preguntas se orientan a la obtención de información trascendente y substancial.	X	--	
Sugerencias y/o Recomendaciones		Instrumento aplicable: Cumple con el diseño y metodología propuesta			


 Nombres y Apellidos
GLEN RAMIREZ RODRIGUEZ
 DNI. **08884355**

HOJA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 02

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Patate, 2023-2025.

I. DATOS DEL EXPERTO:

- a. Apellidos y nombres : MONTAYA CARBAJAL EDWIN MARCOS
 b. Grado académico-profesión : MAESTRO
 c. D.N.I. : 43537299
 d. N° de teléfono : 995608897
 e. Lugar y fecha : 24 Setiembre 2024

II. DATOS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

- a. Autor del instrumento : Carlos F. Freyre Zamudio
 b. Autor del instrumento : Nief Macías Zorillo
 c. Método de investigación : Fenomenológico (Hermenéutico interpretativo)
 d. Tipo de entrevista : Semiestructurada

III. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

N°	Criterios	Indicadores	Si	No	Observaciones
1	Consistencia	Las preguntas de la entrevista son congruentes a los objetivos de la investigación	X	--	
2	Claridad	Está formulada con una sintaxis y semántica que permita la comprensión adecuada	X	--	
3	Organización	Existe una organización lógica en el instrumento	X	--	
4	Suficiencia	Contiene preguntas necesarias para recabar información suficiente	X	--	
5	Relevancia	Las preguntas se orientan a la obtención de información trascendente y substancial.	X	--	
Sugerencias y/o Recomendaciones		Instrumento aplicable: Cumple con el diseño y metodología propuesta			


 Nombres y Apellidos
 EDWIN MARCOS MONTAYA CARBAJAL
 DNI. 43537299

HOJA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 03

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Patate, 2023-2025.

I. DATOS DEL EXPERTO:

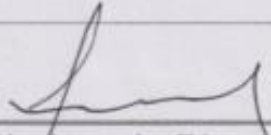
a. Apellidos y nombres : **RODRIGO MONTEIRO ROBERTO GUSTAVO**
 b. Grado académico-profesión : **MAESTRO**
 c. D.N.I. : **40104582**
 d. N° de teléfono : **968 395274**
 e. Lugar y fecha : **24 Setiembre 2024**

II. DATOS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

a. Autor del instrumento
 b. Autor del instrumento
 c. Método de investigación : **Fenomenológico (Hermenéutico interpretativo)**
 d. Tipo de entrevista : **Semiestructurada**

III. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

N°	Criterios	Indicadores	Si	No	Observaciones
1	Consistencia	Las preguntas de la entrevista son congruentes a los objetivos de la investigación	X	--	
2	Claridad	Está formulada con una sintaxis y semántica que permita la comprensión adecuada	X	--	
3	Organización	Existe una organización lógica en el instrumento	X	--	
4	Suficiencia	Contiene preguntas necesarias para recabar información suficiente	X	--	
5	Relevancia	Las preguntas se orientan a la obtención de información trascendente y substancial.	X	--	
Sugerencias y/o Recomendaciones		Instrumento aplicable: Cumple con el diseño y metodología propuesta			


 Nombres y Apellidos
ROBERTO G. MONTEIRO ROBERTO GUSTAVO
 DNI. **40104582**

HOJA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 04

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Pataz, 2023-2025.

I. DATOS DEL EXPERTO:

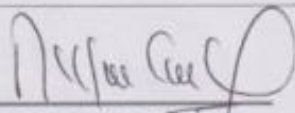
- a. Apellidos y nombres : CARMEN CHOQUEHUANCA WALTER
 b. Grado académico-profesión : MAESTRO
 c. D.N.I. : 40379837
 d. N° de teléfono : 937556096
 e. Lugar y fecha : 24 Setiembre 2024

II. DATOS DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

- a. Autor del instrumento
 b. Autor del instrumento
 c. Método de investigación : Fenomenológico (Hermenéutico interpretativo)
 d. Tipo de entrevista : Semiestructurada

III. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

N°	Criterios	Indicadores	Si	No	Observaciones
1	Consistencia	Las preguntas de la entrevista son congruentes a los objetivos de la investigación	X	--	
2	Claridad	Está formulada con una sintaxis y semántica que permita la comprensión adecuada	X	--	
3	Organización	Existe una organización lógica en el instrumento	X	--	
4	Suficiencia	Contiene preguntas necesarias para recabar información suficiente	X	--	
5	Relevancia	Las preguntas se orientan a la obtención de información trascendente y substancial.	X	--	
Sugerencias y/o Recomendaciones		Instrumento aplicable: Cumple con el diseño y metodología propuesta			


 Nombres y Apellidos

Walter Carmen Choquehuanca

DNI.

40379837,

ANEXO 3



INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo 3: Ficha Técnica de Instrumentos

3.a. FICHA TÉCNICA DEL INSTRUMENTO 1: GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Denominación del instrumento	Guía de entrevista semiestructurada
Autor original	Elaboración propia, en base a Creswell, Flick, Denzin & Lincoln.
Autores de la adaptación	Carlos Freyre Zamudio Nelio Mancisidor Zorrilla
Año de elaboración	2025
Dimensiones	Herramientas de IA implementadas Influencia en las acciones de seguridad Nivel de eficiencia en la reducción de minería ilegal en Pataz.
Objetivo	Obtener información cualitativa de expertos sobre la influencia de IA en reducción de minería ilegal en Pataz.
Administración	Individual, presencial o virtual
Duración aproximada	30-45 minutos
Nº de ítems	10-12 preguntas abiertas
Descripción	Recoge percepciones, experiencias y valoraciones con preguntas abiertas y flexibles
Adaptación	Diseñadas específicamente para el caso de estudio (Pataz 2023-2025)
Validez	Validación de contenido mediante juicio de expertos.
Confiabilidad	Coherencia interna asegurada mediante prueba piloto y retroalimentación de expertos.
Otros	Incluye consentimiento informado y confidencialidad de datos.

3.b FICHA TÉCNICA DEL INSTRUMENTO 2: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

Denominación del instrumento	Ficha de análisis documental
Autor original	Elaboración propia, en base a Flick (2014) y Bardin (2002)
Autores de la adaptación	Carlos Freyre Zamudio Nelio Mancisidor Zorrilla
Año de elaboración	2025
Dimensiones	Marco legal normativo Informes institucionales de seguridad y control Literatura académica sobre IA y minería ilegal
Objetivo	Sistematizar y registrar información contenida en documentos legales, técnicos e investigativos
Administración	Manual, revisión de documentos físicos y digitales.
Duración aproximada	Variable según extensión de documentos.
Nº de ítems	Fichas abiertas, sin número determinado
Descripción	Plantilla estructurada que facilita el registro de datos relevantes organizados en categorías.
Adaptación	Adecuada al contexto peruano y la problemática de minería ilegal en Pataz.
Validez	Validación de contenido por expertos en derecho, seguridad y tecnología.
Confiabilidad	Consistencia en la aplicación de criterios de categorización.
Otros	Permite triangulación con entrevistas y observación de campo.

GUÍA DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Buenos días. Estamos llevando a cabo un trabajo de investigación como parte de los estudios para obtener el grado académico de Maestro “en estrategia y política” en la Escuela Superior de Guerra del Ejército-EPG. Quisiéramos aclarar que toda la información que comparta se utilizará exclusivamente con fines académicos. y que los datos personales permanecerán totalmente confidenciales, respetando así los principios éticos de la investigación científica. Agradecemos de antemano su disposición para

Título: Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Pataz, 2023-2025.	
SC1 : Implementación tecnológica	
P1.	¿Qué beneficios y desafíos se consideran al integrar la herramienta de inteligencia artificial en los sistemas existentes de monitoreo y control en Pataz?
SC2 : Aplicaciones en acciones de seguridad	
P2.	¿Cómo puede la herramienta de inteligencia artificial mejorar la detección temprana y la respuesta ante actividades ilegales de minería en la región de Pataz?
SC3 : Nivel de eficiencia	
P3.	¿Qué indicadores se utilizarán para medir la efectividad y el impacto de la herramienta de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz durante el período 2023-2025?
sc4 : Disminución de actividades ilícitas	
P4.	¿En qué medida considera que la implementación de la herramienta de inteligencia artificial ha contribuido a reducir las actividades ilícitas de minería ilegal en Pataz entre 2023 y 2025?
Sc5 : Resultados de control territorial	
P5.	¿Cómo evalúa los cambios en el control territorial y la vigilancia en las zonas afectadas por la minería ilegal tras la aplicación de la herramienta de inteligencia artificial en el período 2023-2025?
Sc6 : Reducción de la minería ilegal	
P1 6.	¿Qué impacto ha tenido la utilización de la herramienta de inteligencia artificial en los indicadores de seguridad y orden público en la región de Pataz durante los años 2023 a 2025?
Sc7 : Optimización de procesos	
P7.	¿De qué manera considera que la implementación de una herramienta de inteligencia artificial puede mejorar la eficiencia en la detección y monitoreo de actividades ilegales en zonas mineras?
Sc8 : Toma de decisiones mejorada	
P8.	¿En qué medida cree que la inteligencia artificial puede facilitar decisiones más precisas y rápidas para las autoridades en la lucha contra la minería ilegal en Pataz?
Sc9 : Personalización y experiencia del usuario	
P9.	¿Qué características de una herramienta basada en inteligencia artificial serían más útiles para que los usuarios, como las autoridades y comunidades, tengan una experiencia más efectiva y adaptada a sus necesidades en la prevención de la minería ilegal?

participar en esta entrevista.

FICHA DE INDAGACIÓN DOCUMENTAL

SUBCATEGORÍAS	UAAA	PAÍS	DOCUMENTO	REFERENCIA
SC1: Implementación tecnológica	UA10	Peru	Artículo científico	Delmau, P. (2020). Empleo de Inteligencia Artificial para el desarrollo de las Funciones Operacionales. Revista de la Escuela Naval , 1-37.
SC2: Aplicaciones en acciones de seguridad	UA11	Peru	Artículo científico	Romero, S. (2019). Inteligencia artificial como herramienta de estrategia y seguridad para defensa de los Estados. Revista de la Escuela Superior de Guerra Naval, vol. 16, núm. 1, 51-70.
SC3: Nivel de eficiencia	UA12	Brasil	Artículo científico	Pedro Gasparinetti, Leonardo Bakker, Víctor Araujo, Miguel Macedo y Mario Caller. (2023). Estudios de caso de la Valoración de Impactos de la Minería Ilegal de Oro en la Amazonía. Brasilia: CSF.
SC4: Disminución de actividades ilícitas	UA13	España	Artículo científico	Renato Rivera-Rhona y Carlos Bravo-Grijalva. (2023). Gobernanzas criminales y enclaves productivos de la minería ilegal en Ecuador. Revista Logos Ciencia & Tecnología 15, 49-69.
SC5: Resultados de control territorial	UA14		Artículo científico	Álvarez, D. (2024). Redes criminales y control territorial en la minería ilegal del norte peruano.

SUBCATEGORÍAS	UAAA	PAÍS	DOCUMENTO	REFERENCIA
				Revista de Criminología y Política Pública, 15(2), 88–112.
SC6: Reducción de la minería ilegal	UA15	Perú	Artículo científico	Morche, W. (2022). Investigación ambiental y opciones de remediación para los Pasivos Ambientales Mineros PAM de La Ciénaga, Pataz - Perú. Lima: Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR).
SC7: Optimización de procesos	UA16	España	Artículo científico	Laurent Chrzanovski y Stephane Mortier. (2023). La dicotomía de los usos de la inteligencia artificial. Logos. Revista Científica de la Guardia Civil, 327-347.
SC8: Toma de decisiones mejorada	UA17		Artículo científico	Fabian, M. (2019). El liderazgo militar en los tiempos de la inteligencia artificial. Visión Conjunta, 20-28.
SC9: Personalización y experiencia del usuario	UA18	Perú	Plan estratégico institucional 2024-2026	CEPLAN. (2023). Análisis geoespacial de las problemáticas ambientales y sociales que ocurren en las zonas en las que se desarrollan actividades de minería ilegal a nivel regional. Lima: Centro de Planeamiento Estratégico.

ANEXO 4



**AUTORIZACIÓN PARA LA
RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

 PERÚ	Ministerio de Defensa	Ejército del Perú	Escuela Superior de Guerra del Ejército - EPG
---	--------------------------	-------------------	--

Chorrillos, 11 de agosto del 2025

Oficio N° 020 /U-8.g.1/27.00

Señor Gral. de División Comandante General del "COEDE"

Asunto: Solicita brindar facilidades a personal que se indica

Ref. : a. Reglamento para la obtención del grado académico de Maestro

 b. Reglamento de Investigaciones de la ESGE-EPG

Tengo el honor y/o agrado de dirigirme a Ud. en relación a los documentos de la referencia para solicitarle se digne brindar autorización de acceso a las instalaciones del Comando de educación y doctrina del Ejército" a fin de recabar información para el desarrollo del trabajo de investigación (Tesis) titulada **"Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Pataz, 2023-2025."**, a los Oficiales investigadores: Bach. Carlos Enrique Freyre Zamudio y Bach. Nelio Joel Mancisidor Zorrilla.

Agradeciendo de antemano por las facilidades brindadas, es propicia la oportunidad para expresarle mis consideraciones y deferente estima

Dios guarde a Ud.




O - 238724171 - A+
JUAN KENNETH VALVERDE VIRHUEZ
General de Brigada
Director de la Escuela Superior de Guerra del Ejército
Escuela de Postgrado

Distribución:

COEDE.....01

Archivo.....01/02

ANEXO 5



COSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Investigadores: Bach Carlos Enrique Freyre Zamudio y Bach. Nelio Roel Mancisidor Zorrilla

Título de la tesis: "Propuesta de una herramienta de inteligencia artificial para la reducción de la minería ilegal. Caso Pataz, 2023-2025."

Propósito del estudio: El propósito de este estudio es analizar la influencia de las herramientas de inteligencia artificial en la reducción de la minería ilegal en Pataz,

Procedimiento: Si usted decide participar en este estudio, se realizará lo siguiente:

La entrevista puede demorar unos 45 minutos. Los resultados de la investigación se le entregará a usted en forma individual y se almacenará respetando la confidencialidad y el anonimato.

Riesgos: La investigación no presentará riesgo alguno para su integridad física ni emocional.

Beneficios: Considerar la relevancia social y/o institucional de la investigación.

Costos e incentivos: Usted no deberá pagar nada por la participación. Tampoco recibirá ningún incentivo económico a cambio de su participación.

Confidencialidad: Se guardará la información de manera anónima, utilizando códigos y no con nombres. Si los resultados de este estudio son publicados, no se mostrará ninguna información que permita su identificación.

Si tiene alguna duda y necesita mayor información puede comunicarse con el investigador quien domicilia en la Calle Paracas Nro. 145, Urb Las torres, Telf. N° 97504327.

CONSENTIMIENTO: Acepto voluntariamente participar en este estudio. Recibiré una copia firmada de este consentimiento.

Chorrillos 17 de Setiembre de 2025



Carlos Enrique Freyre Zamudio
DNI. 97504327DNI.



Nelio Roel Mancisidor Zorrilla
DNI: 16010533