



Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas

Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of the impact of legal and illegal mining in the Yu-tzupino community and the violation of the rights of ethnic communities

Pablo Miguel Vaca Acosta¹, Santiago Fernando Fiallos Bonilla², Jordan Aldair Soria Mena³, and Diego Fernando Caguana Pilapanta⁴

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. ua.pablovaca@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. ua.santiagofiallos@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. jordansm12@uniandes.edu.ec

⁴ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato. Ecuador. diegocp98@uniandes.edu.ec

Resumen. Ecuador, un estado garantista de derechos, singular por constitucionalizar los derechos de la naturaleza, enfrenta desafíos en la protección de estos derechos y los de los pueblos indígenas debido a la explotación minera. En la comunidad Yutzupino, provincia de Napo, se evidencia la vulneración de derechos fundamentales como la existencia, regeneración, biodiversidad, no contaminación, cultura y territorio, como consecuencia de la actividad minera legal e ilegal. Esta investigación se propone implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar el impacto de la minería en Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas en la cuenca del río Yutzupino. La contaminación generada por la minería impacta negativamente la salud de las comunidades, altera los ecosistemas acuáticos y representa una seria amenaza debido al uso de mercurio, especialmente perjudicial para el desarrollo prenatal. El estudio busca identificar estrategias que permitan comprender y abordar el conflicto de derechos originado por la explotación minera en la región, contribuyendo a la búsqueda de soluciones que equilibren el desarrollo económico con la protección de los derechos humanos y de la naturaleza.

Palabras Claves: Mapa Cognitivo Neutrosófico, minería ilegal, contaminación, vulneración de derechos, biodiversidad.

Abstract. Ecuador, a state that guarantees rights and is unique in that it constitutionalizes the rights of nature, faces challenges in the protection of these rights and those of indigenous peoples due to mining exploitation. In the Yutzupino community, in the province of Napo, there is evidence of the violation of fundamental rights such as existence, regeneration, biodiversity, non-contamination, culture and territory, as a consequence of legal and illegal mining activity. This research aims to implement a Neutrosophic Cognitive Map to analyze the impact of mining in Yutzupino and the violation of the rights of ethnic communities in the Yutzupino River basin. The contamination generated by mining negatively impacts the health of communities, alters aquatic ecosystems and represents a serious threat due to the use of mercury, which is especially harmful to prenatal development. The study seeks to identify strategies that allow us to understand and address the rights conflict caused by mining exploitation in the region, contributing to the search for solutions that balance economic development with the protection of human rights and nature.

Keywords: Cognitive Neutrosophic Map, illegal mining, pollution, violation of rights, biodiversity

1 Introducción

La protección y conservación de la naturaleza se han consolidado como pilares fundamentales del desarrollo sostenible a nivel global. El reconocimiento de la naturaleza como un sujeto de derechos, reflejado en diversas legislaciones y tratados internacionales, subraya la necesidad de salvaguardar los ecosistemas y la biodiversidad como elementos esenciales para el bienestar humano y la integridad del planeta [1-25]. Sin embargo, la creciente demanda de recursos naturales ha intensificado la presión sobre los ecosistemas, especialmente a través de actividades extractivas como la minería, que a menudo generan impactos ambientales y sociales significativos [2].

La minería, tanto legal como ilegal, puede desencadenar una serie de efectos perjudiciales en el entorno natural. La deforestación, la alteración de los cauces de agua, la contaminación del suelo y del agua con metales pesados y otros contaminantes, y la pérdida de biodiversidad son solo algunas de las consecuencias directas de la actividad minera [3-26]. Estos impactos no solo afectan la salud de los ecosistemas y la disponibilidad de recursos naturales esenciales, sino que también pueden tener efectos devastadores en las comunidades locales que dependen de estos recursos para su subsistencia y bienestar. Además, la minería puede contribuir al cambio climático a través de la emisión de gases de efecto invernadero y la destrucción de sumideros de carbono naturales, como los bosques [4].

En Ecuador, la naturaleza es reconocida como un sujeto de derechos, lo que implica el respeto irrestricto a su existencia, ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como su restauración y regeneración [5]. Estos derechos están consagrados en la Constitución de la República del Ecuador [6-27]. Sin embargo, la realidad en la comunidad de Yutzupino, en Ecuador, revela un conflicto significativo derivado de la minería, tanto legal como ilegal. Esta actividad, motivada por la riqueza en oro aluvial de la zona, ha provocado la vulneración de derechos fundamentales de la comunidad, tales como el derecho a la existencia, a la regeneración, a la biodiversidad, a un ambiente libre de contaminación, a la cultura y al territorio. La explotación de estos recursos naturales ha tenido consecuencias devastadoras, incluyendo la muerte de la vida acuática y afectaciones a la salud de los habitantes de la comunidad.

La situación se agrava debido a la dependencia de las comunidades al agua del río como fuente de sustento, en un marco legal que se percibe como inadecuado para proteger el medio ambiente y los derechos de las comunidades de la provincia de Napo. La minería ilegal, en particular, ha generado impactos negativos profundos en la vida de las comunidades y en su entorno natural, afectando su salud, cultura y territorio en la cuenca del río Yutzupino [7]. La expansión de la minería ilegal ha llevado a la pérdida de hectáreas de territorio y, en casos extremos, a la desaparición de brazos enteros del río Yutzupino, generando indignación entre los habitantes cuya subsistencia depende del turismo y de los recursos naturales que ofrece el río. Ante esta problemática, las autoridades han tomado medidas, como la suspensión temporal de actividades mineras en Napo, aunque manteniendo las concesiones existentes [8-28].

El impacto de esta problemática es de gran envergadura, ya que no solo compromete el bienestar presente de las comunidades étnicas en la cuenca del río Yutzupino, sino que también pone en riesgo su capacidad para garantizar un futuro sostenible para las generaciones venideras. La minería ilegal, además de causar daños al entorno natural y a los recursos esenciales para estas comunidades, atenta contra sus derechos fundamentales como pueblos indígenas, afectando su integridad cultural, social y ambiental en un contexto de creciente vulnerabilidad ecológica y cambio climático [9-29]. En este contexto, la presente investigación se propone implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar el impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas en la cuenca del río, con el fin de identificar estrategias que permitan mitigar estos efectos negativos y promover el desarrollo sostenible de la región.

2 Materiales y métodos

Los factores asociados a la minería legal e ilegal, que fomentan la vulneración de derechos de las comunidades étnicas en la cuenca del río Yutzupino, provincia de Napo, pueden ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del conjunto de casos que representan las alternativas a analizar en el procesamiento, en el cual:

El número de casos (legales e ilegales) de minería actual $P = \{P_1, \dots, P_n\}$, $n \geq 1$,

Que poseen un conjunto de características relacionadas a protección de la naturaleza y la vulneración de los derechos de las comunidades, que representan los múltiples criterios valorativos donde: $C = \{C_1, \dots, C_m\}$, $m \geq 2$.

La investigación se enmarca en el objeto de estudio del análisis de indicadores que permiten evaluar el impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas. Utiliza técnicas de inteligencia artificial para la inferencia sobre el análisis de incidencias y basa su funcionamiento a partir del método científico del criterio de expertos para obtener la base de conocimiento necesaria en el desarrollo de la investigación. Para el desarrollo de la presente, se modeló las relaciones causales de los indicadores que permite evaluar los factores generales asociados al fenómeno objeto de estudio. En este estudio es necesario comprender los siguientes conceptos:

- **Modelos causales:** existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [10]. La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

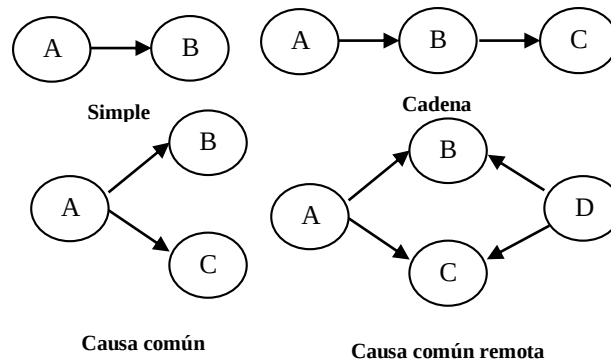


Figura 1: Ejemplo de modelos causales.

- **Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN):** es una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos, propuesta por Kosko [11] como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de $[-1,1]$. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [12, 13, 30].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [14-31]:

- $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos C_j y C_i . Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i .
- $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos C_j y C_i . Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i .
- $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos C_j y C_i .

3 Método para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino

El sistema propuesto está estructurado para soportar el proceso de análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas. Baza su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela la integración de la protección de los derechos de la naturaleza y las comunidades étnicas, a partir del conjunto de criterios que definen el caso. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas: 1: Entradas; 2: Procesamiento; y 3: Salida de información, como se muestra en la figura 2.

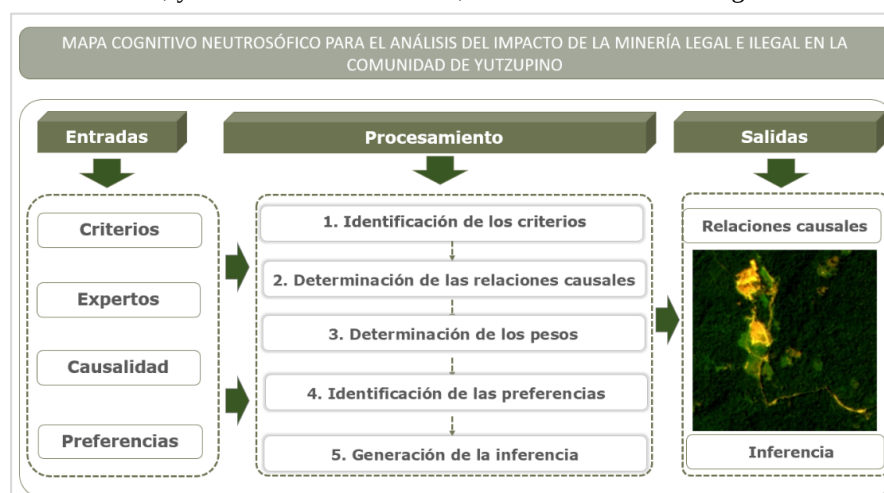


Figura 2. Estructura del método propuesto para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino.

La capa de Procesamiento está conformado por cinco actividades: (i) identificación de los criterios; (ii) determinación de las relaciones causales; (iii) identificación de los pesos; (iv) identificación de las preferencias; y (v) generación de la inferencia. Estas actividades son descritas a continuación:

Actividad 1 identificación de los criterios: La identificación de los criterios para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas, en la que se determinan el conjunto general de indicadores que determinan la base de inferencia [15]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de indicadores posibles.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales: En esta actividad se utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal del proceso de minería [16]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre los casos de minería legal e ilegal y los efectos que estos tienen para la naturaleza y las comunidades cercanas. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los casos de minería actual no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	[1,0,0]
Muy muy buena (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy buena (MB)	[0.8,0.15,0.20]
Buena (B)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente buena (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente mala (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Mala (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy mala (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy mala (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente mala (EM)	[0,1,1]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \ddots & \ddots & \ddots \\ \ddots & W_{ij} & \ddots \\ \ddots & \ddots & \ddots \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que es imparte C_j . C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente si $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los criterios: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [12, 13]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada caso.

$$id_i = \sum_{j=1}^n \|I_{ji}\| \quad (1)$$

Actividad 4 identificación de las preferencias: la identificación de las preferencias es la actividad que consiste en determinar cuál es el comportamiento actual de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas. Para ello se entrevista a los expertos y se determina el grado de preferencia que poseen los criterios a partir de la evaluación. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los casos de minería analizados.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del criterio (AC)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del criterio (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del criterio (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del criterio (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del criterio (AP)

Actividad 5 generación de la inferencia: el proceso de generación del análisis se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [17, 18] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{j=1; j \neq i}^n A_j^{(K)} * W_{ji}\right) \quad (2)$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso $k+1$ de la simulación,

$A_j^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji} : es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y $f(x)$ es la función de activación [19].

4 Resultados

La presente sección realiza una descripción de la implementación del método para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas, mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico. El caso de estudio analiza el comportamiento en casos de minería identificados en la cuenca del río Yutzupino, provincia de Napo, Ecuador. A partir del análisis de casos es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de los criterios evaluativos. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de los criterios:

Para implementar el Mapa Cognitivo Neutrosófico en el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas en la cuenca del río Yutzupino, provincia de Napo, es fundamental contar con la participación de expertos en áreas relacionadas Con el tema objeto de estudio. Para la selección de los expertos se implementó el siguiente procedimiento:

Se identificaron áreas de especialización relevantes que requerían expertos con conocimientos en Derechos Humanos y Pueblos Indígenas, así como en Minería y Medio Ambiente, que poseyeran experiencia en la evaluación de impactos ambientales. También se buscó contar con expertos en Ecología y Biodiversidad Amazónica, así como en Salud Pública y Toxicología Ambiental, garantizando así una comprensión completa de los efectos de la minería en la salud de poblaciones vulnerables. Se incorporaron profesionales con conocimiento sobre Desarrollo Comunitario y Economía Local, y se priorizó la habilidad en Cartografía y Sistemas de Información Geográfica (GIS), lo que permite un análisis espacial de los impactos relacionados con la minería y la deforestación.

Se establecieron criterios de inclusión durante el proceso de selección. Los expertos debían tener un mínimo de cinco años de experiencia profesional comprobable en sus áreas de especialización, preferiblemente relacionados con la minería o el desarrollo comunitario en la Amazonía. Se valoró positivamente la experiencia de trabajo en la provincia de Napo y el conocimiento de las culturas y costumbres locales. Además, se consideraron las publicaciones y la producción académica de los candidatos, priorizando aquellos que demostraran conocimiento técnico a través de publicaciones en revistas científicas y documentos relevantes. Se garantizó la independencia y objetividad de los expertos, asegurando que no tuvieran vínculos con empresas mineras ni con intereses políticos o económicos que pudieran influir en sus opiniones, y se verificó la disponibilidad de los seleccionados para participar activamente en entrevistas, talleres y en la revisión de documentos pertinentes a la investigación.

El proceso de selección de expertos se implementó mediante una convocatoria pública que se difundió a través de universidades, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y redes profesionales. Las candidaturas fueron evaluadas conforme a los criterios de inclusión y áreas de especialización relevantes. Se realizaron entrevistas a los candidatos preseleccionados para evaluar su conocimiento, experiencia y disponibilidad. Se seleccionaron aquellos expertos que mejor se ajustaron a los criterios establecidos, garantizando una diversidad de áreas de especialización que enriquecen el análisis del impacto de la minería en la comunidad de Yutzupino.

Mediante el criterio de experto, se identificaron los criterios evaluativos descritos en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de los criterios.

Nodo	Criterios evaluativos
C ₁	Impacto ambiental: Evaluación de la alteración de los ecosistemas acuáticos y terrestres, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua y del suelo, la erosión y la sedimentación (Área de deforestación, concentración de metales pesados en el agua y el suelo, número de especies en peligro de extinción, cambios en la calidad del agua).
C ₂	Impacto en la salud: Análisis de los efectos de la contaminación minera en la salud de las personas, incluyendo enfermedades respiratorias, dermatológicas, neurológicas y cáncer. (Tasa de incidencia de enfermedades relacionadas con la contaminación, niveles de mercurio en la sangre y el cabello, acceso a servicios de salud).
C ₃	Impacto socioeconómico: Evaluación de los cambios en las actividades productivas, el empleo, los ingresos, la seguridad alimentaria, la educación y la infraestructura de las comunidades (Tasa de empleo, ingresos promedio, nivel de escolaridad, acceso a agua potable y saneamiento, seguridad alimentaria).
C ₄	Impacto cultural: Análisis de la alteración de las prácticas culturales, las tradiciones, los conocimientos ancestrales, los sitios sagrados y la identidad de las comunidades (Pérdida de lenguas indígenas, cambios en las prácticas agrícolas tradicionales, degradación de sitios arqueológicos, conflictos culturales).
C ₅	Vulneración de derechos: Evaluación del cumplimiento de los derechos humanos de las comunidades, incluyendo el derecho a la consulta previa, libre e informada, el derecho a la salud, el derecho al agua, el derecho a un ambiente sano y el derecho a la autodeterminación (Número de denuncias por violación de derechos humanos, acceso a la justicia, participación en la toma de decisiones, cumplimiento de los acuerdos de consulta previa).

Actividad 2 determinación de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre los criterios se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
C ₁	[0, 0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]
C ₂	[1,0,0]	[0, 0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C ₃	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]
C ₄	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0, 0,0]	[1,0,0]
C ₅	[1,0,0]	[1,0,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0, 0,0]

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a los criterios:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenado en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la ecuación (1), se obtiene el comportamiento del peso los criterios para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a los criterios evaluativos.

Nodos	Criterios	Peso
C ₁	Impacto ambiental	[0.76, 0.5,0.25]
C ₂	Impacto en la salud	[0.78, 0.5,0.25]
C ₃	Impacto socioeconómico	[0.74, 0.5,0.25]
C ₄	Impacto cultural	[0.76, 0.5,0.25]
C ₅	Vulneración de derechos	[0.78, 0.5,0.25]

Actividad 4 identificación de las preferencias:

A partir de la entrevista con abogados especialistas sobre el tema, docentes de la Universidad UNIANDES, activistas ambientales, así como grupos locales de la provincia de Napo, específicamente en la comunidad Yutzupino, se determinó el grado de preferencia que poseen los criterios evaluativos sobre la minería legal e ilegal. El Pablo M. Vaca A, Santiago F. Fiallos B, Jordan A. Soria M, and Diego F. Caguana P. Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas

estudio fue realizado en una alternativa que representa el caso objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a los criterios del caso de minería objeto de análisis.

Alternativa	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
A ₁	[0.5, 0.25, 0]	[0.75, 0.5, 0.25]	[0.75, 0.5, 0.25]	[0.5, 0.25, 0]	[0.5, 0.25, 0]

Actividad 5 generación de la inferencia:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de los factores que impactan en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas, mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los criterios que se manifiestan en el caso objeto de estudio. La Figura 3 muestra el resultado de la simulación donde se muestran su evolución.

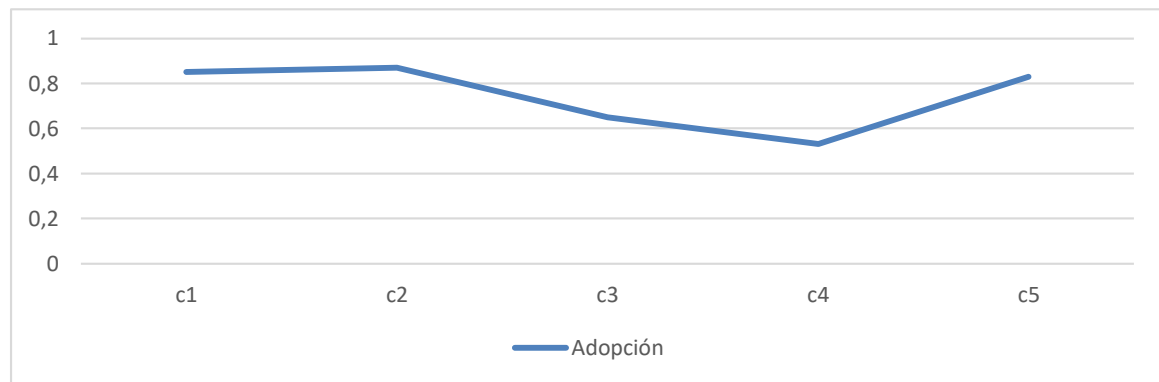


Figura 3: Resultado de la simulación de los criterios.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a la alternativa y las preferencias se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia del criterio. La Tabla 7 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 7: Procesamiento de la inferencia

Alternativa A ₁	Pesos	Preferencias	Agregación
C ₁	[0.76, 0.5, 0.25]	[1, 0, 0]	[0.88, 0.25, 0]
C ₂	[0.78, 0.5, 0.25]	[1, 0, 0]	[0.89, 0.25, 0]
C ₃	[0.74, 0.5, 0.25]	[1, 0, 0]	[0.87, 0.25, 0]
C ₄	[0.76, 0.5, 0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.83, 0.25, 0]
C ₅	[0.78, 0.5, 0.25]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.84, 0.25, 0]
Índice			[0.86, 0.25, 0]

A partir del índice determinado se realiza una comparación del valor obtenido, donde se evidencia un índice de impacto en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas en la cuenca del río Yutzupino, provincia de Napo, de un $I = 0.86$, lo que representa un Alto índice impacto negativo y vulneración. La evaluación obtenida, proporciona información valiosa para tomar acciones que contribuyan a la protección integral de la naturaleza y las comunidades étnicas cercanas a la cuenca del río Yutzupino.

Adicionalmente, se aplicó una entrevista a pobladores longevos de la comunidad de Yutzupino, los testimonios de los pobladores revelan una clara percepción sobre la presencia de actividades de minería ilegal en su entorno. La mayoría de los encuestados confirmó haber observado estas actividades, lo que sugiere que la minería ilegal se ha vuelto un fenómeno evidente y alarmante en la comunidad. Esto no solo afecta la calidad de vida de los habitantes, sino que está intrínsecamente conectado a la conciencia ambiental de la comunidad. La creciente preocupación acerca de la disminución de especies animales y vegetales en la cuenca del río Yutzupino indica una clara preocupación por el ecosistema local. La percepción de que la minería ilegal ha alterado la biodiversidad subraya la necesidad de adoptar medidas urgentes para frenar estas actividades y proteger el entorno natural, crucial para

la supervivencia de especies y la salud de la comunidad.

En relación con la contaminación del agua, la percepción de los pobladores es igualmente preocupante. La mayoría de ellos ha notado un aumento en la contaminación del río Yutzupino, lo que pone de relieve las consecuencias directas de las actividades mineras ilegales. Este deterioro no solo impacta en la calidad del agua, sino que también afecta la salud de los habitantes que dependen de este recurso para su subsistencia. El daño al agua, combinado con la destrucción de tierras comunales, evidencia una crisis ambiental que amenaza el bienestar de la comunidad y altera el equilibrio ecológico local. La preocupación por estos problemas resalta la urgencia de implementar iniciativas de protección y restauración del medioambiente.

La discusión sobre la vulneración de derechos se vuelve aún más crítica cuando se involucra la responsabilidad del gobierno. Una gran parte de la comunidad siente que la minería ilegal ha socavado sus derechos a la existencia y regeneración, además de su derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación. La fuerte disposición de los pobladores a participar en iniciativas comunitarias y a apoyar la implementación de medidas más estrictas refleja un llamado colectivo a la acción. Esta voluntad de involucrarse activa y críticamente en la defensa de su entorno y cultura representa un poderoso testimonio de resiliencia y compromiso con su futuro. La preocupación por las futuras generaciones resuena en sus respuestas, demandando un cambio que garantice la protección de sus derechos y la conservación de su hogar. Las voces de Yutzupino alertan sobre un problema que va más allá de la minería; es una lucha por la vida, el espacio, la cultura, y el futuro de una comunidad que anhela un desarrollo sostenible y consciente de su entorno.

5 Discusión

La situación de la comunidad de Yutzupino refleja una clara violación de los derechos de la naturaleza y de los derechos humanos fundamentalmente ligados a la protección ambiental. En Ecuador, la Constitución establece formalmente el reconocimiento de estos derechos, lo que teóricamente brinda un marco legal para acciones que protegen y restauran los ecosistemas. Sin embargo, la realidad en Yutzupino dista mucho de esta idealidad. A pesar de que existe una licencia para la restauración y remediación ambiental otorgada a la empresa que opera en la zona, esta ha incumplido sus obligaciones, continuando con la extracción ilegal de minerales y causando daños visibles al entorno natural. Este contraste entre el marco legal y la práctica observada resalta la necesidad urgente de implementar mecanismos de control más eficaces y responsables [20].

En comparación, el enfoque de Colombia sobre la protección de los derechos ambientales ha sido más proactivo a través de decisiones judiciales que abordan la vulneración de derechos fundamentales, como lo evidenció la sentencia T-622 de 2016. Esta situación señala una respuesta activa del sistema judicial en la defensa de los derechos ambientales, contrastando con la complacencia y la falta de acción en Ecuador. La significativa vulneración de derechos en Yutzupino, especialmente en lo que respecta a la contaminación del agua y la destrucción de la biodiversidad, muestra una urgente necesidad de una respuesta legal más contundente que no solo reconozca estos derechos, sino que también garantice su protección efectiva [21].

Los derechos fundamentales vulnerados en Yutzupino abarcan áreas críticas como la no contaminación, la biodiversidad, la no regeneración, la cultura y territorio, y el derecho a la existencia. La grave contaminación del río Jatunyaku, consecuencia directa de la minería ilegal, se traduce en la presencia de metales pesados que afectan tanto la salud de los pobladores como la calidad del agua. A pesar de las afirmaciones de las autoridades sobre la supuesta inocuidad de esta situación, los hallazgos demuestran que la contaminación está poniendo en riesgo no solo a los ecosistemas acuáticos, sino también a la salud de las comunidades que dependen de estos recursos para su supervivencia [22].

La insuficiencia de las acciones de remediación y los continuos trabajos ilegales en la zona revelan un desdén por la restauración del medio ambiente, lo cual es un derecho que debe ser garantizado. Este incumplimiento perpetúa la degradación del ecosistema y demuestra una falta de compromiso por parte de las entidades responsables de supervisar y proteger el entorno. Adicionalmente, la destrucción de los espacios culturales y la migración forzada dentro de la misma comunidad subrayan cómo la minería ilegal afecta la cohesión social y los derechos a la cultura y el territorio. Este fenómeno se complica aún más por la coacción que enfrenta la comunidad, donde algunos optan por participar en la minería ilegal, a pesar de sus riesgos, lo que revela una dinámica de supervivencia y explotación [23].

A pesar de que Ecuador ha reconocido los derechos de la naturaleza en su Constitución, la implementación de esta normativa es deficiente y muchas veces ignorada. Esto contrasta con los avances en Colombia, donde se han otorgado derechos concretos a ciertos ecosistemas. La exigencia de la comunidad de Yutzupino de que se respeten sus derechos y que se tomen acciones decisivas por parte del gobierno refleja una conciencia crítica sobre la necesidad de protección no solo de su entorno, sino de su misma existencia como comunidad [24]. Este contexto precipita un llamado a una acción coordinada que involucre a las autoridades, las comunidades y la sociedad civil para enfrentar el desafío de la minería ilegal y garantizar un futuro sostenible y saludable.

En este contexto, es crucial abordar la problemática de la minería desde una perspectiva integral que considere

tanto los beneficios económicos que puede generar como los costos ambientales y sociales que implica. Se requiere una gestión responsable de los recursos naturales que promueva la adopción de prácticas mineras sostenibles, la aplicación de tecnologías más limpias y eficientes, y el fortalecimiento de los marcos legales y regulatorios para garantizar la protección de la naturaleza y los derechos de las comunidades afectadas. Además, es fundamental promover la participación activa de las comunidades locales en la toma de decisiones relacionadas con la minería, así como garantizar el acceso a información transparente y la rendición de cuentas por parte de las empresas mineras y las autoridades gubernamentales. La búsqueda de un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente es un desafío complejo, pero esencial para asegurar un futuro sostenible para todos.

6 Conclusión

A través de la implementación del Mapa Cognitivo Neutrosófico, se pudo realizar un análisis profundo de la situación de la minería en la comunidad de Yutzupino y los múltiples derechos de la naturaleza y la comunidad que se encuentran en juego. Este estudio ha revelado que, aunque la minería puede generar recursos económicos significativos, también acarrea consecuencias devastadoras para el medio ambiente y los derechos humanos cuando se lleva a cabo de manera irresponsable. En este caso específico, se ha evidenciado la vulneración de cinco derechos fundamentales: la no contaminación, la biodiversidad, la no regeneración, la cultura y territorio, así como el derecho a la existencia. Estas violaciones destacan la necesidad urgente de adoptar prácticas más sostenibles y responsables en las actividades mineras, ya que la falta de diligencia puede resultar en daños irreparables para la comunidad y su entorno.

La investigación también subraya que, si bien la minería no es intrínsecamente negativa, su gestión irresponsable y la falta de consideraciones adecuadas hacia el ecosistema contribuyen al deterioro ambiental y social. La situación en Yutzupino pone de manifiesto que el desarrollo económico no debe ser la única prioridad, sino que debe ir acompañado de un compromiso por parte de las empresas y del Estado para proteger los derechos de la naturaleza y de las comunidades afectadas. Esto implica que la regulación y supervisión de las actividades mineras deben ser estrictas y efectivas para evitar que se repitan los errores del pasado.

El reconocimiento de los Derechos de la Naturaleza como un concepto legal en Ecuador, define una obligación de ser más responsables como nación respecto a la protección de nuestros ecosistemas. La figura de la naturaleza como sujeto de derechos implica que se debe garantizar su conservación y regeneración. Sin embargo, la investigación pone de manifiesto que, a pesar de contar con un marco normativo que incluye la Constitución, la Ley de Minería y el Código Orgánico Integral Penal (COIP), la falta de un control efectivo y una supervisión adecuada por parte de las autoridades permite que las empresas mineras operen sin respeto por estas leyes, ampliando aún más el impacto negativo en comunidades como Yutzupino.

Es importante que la sociedad en su conjunto comprenda la importancia de vivir en armonía con la naturaleza. Esta relación es fundamental para alcanzar un estado de buen vivir, que no solo se basa en la prosperidad económica, sino también en el respeto y cuidado del entorno natural. El análisis realizado en esta investigación sugiere que el camino a seguir requiere una mayor conciencia social, el fortalecimiento de las instituciones encargadas de la regulación ambiental y una participación activa y comprometida de las comunidades en la defensa de sus derechos y del medio ambiente. Solo a través de estos esfuerzos se podrá asegurar un futuro sostenible y justo para las generaciones venideras.

Referencias

- [1] Z. Yuxi, Z. Linsheng, W. Ling-en, and Y. Hu, "Measuring the conflict tendency between tourism development and ecological protection in protected areas: A study on National Nature Reserves in China," *Applied Geography*, vol. 142, pp. 102690, 2022.
- [2] V. B. V. Tapi, "El medio ambiente y su importancia para la humanidad," *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, vol. 5, no. 7, pp. 296-304, 2023.
- [3] M. O. Merino, M. M. Conforme, and D. V. Solórzano, "Los problemas ambientales en Ecuador y América Latina," *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, vol. 4, no. 5, pp. 1-9, 2022.
- [4] S. Köthe, N. Bakanov, C. A. Brühl, B. Gemeinholzer, T. Hörrén, R. Mühlethaler, M. Sorg, H. Sumser, S. J. Swenson, and G. U. Lehmann, "Negative spill-over effects of agricultural practices on plant species conservation in nature reserves," *Ecological Indicators*, vol. 149, pp. 110170, 2023.
- [5] F. P. M. Rendón, and D. R. V. Solorzano, "Conflictos fauna silvestre-humanos en el área de influencia al Bosque Protector Cordillera Chongón Colonche," *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, vol. 5, no. 3, pp. 745-763, 2023.
- [6] P. M. M. Sánchez, and L. D. R. Barrezueta, "Centros de datos verdes en Ecuador: Una estrategia para disminuir la emisión de CO2 en los Centros de Datos ecuatorianos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 16, no. 1, pp. 1-18, 2023.

Pablo M. Vaca A, Santiago F. Fiallos B, Jordan A. Soria M, Diego F. Caguana P. Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del impacto de la minería legal e ilegal en la comunidad de Yutzupino y la vulneración de derechos de las comunidades étnicas

- [7] E. J. S. Grefa, L. A. Montalvo, J. E. Bonifaz, and E. d. P. A. Escobar, "La destrucción del Sumak Kawsay por la minería ilegal en la comunidad Yutzupino, Ecuador," *CIENCIAMATRIA*, vol. 8, no. 4, pp. 1146-1154, 2022.
- [8] J. Cañar, and I. Loor, "The socio-environmental aftermath of gold mining in the Amazon: the case of Yutzupino in Napo, Ecuador," *Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate*, vol. 14, no. 3, 2023.
- [9] E. G. Espinoza-Galvez, "Gobernanza ambiental como estrategia para la formulación de políticas públicas vinculadas al sector minero: Comunidad de Yutzupino, cantón Tena," *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN-ISSN: 2697-3456*, vol. 8, no. 15, pp. 880-896, 2024.
- [10] B. B. Fonseca, K. M. Kelly, and W. S. Grass, "Sistema informático para la gestión de reportes de incidencias de mantenimiento en la Facultad de Ciencias y Tecnologías Computacionales," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 12, no. 6, pp. 40-54, 2019.
- [11] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.
- [12] F. Smarandache, "Neutrosophia y Plitogenia: fundamentos y aplicaciones," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 17, no. 8, pp. 164-168, 2024.
- [13] F. Smarandache, "Significado Neutrosófico: Partes comunes de cosas poco comunes y partes poco comunes de cosas comunes," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 18, no. 1, pp. 1-14, 2025.
- [14] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p. ^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.
- [15] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.
- [16] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [17] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA: Springer Verlag*, 2010, p.^pp. Pages.
- [18] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil*, vol. 18, no. 2, 2018.
- [19] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.
- [20] M. J. Bonilla Chango, "La criminalidad de la actividad ilícita de los recursos mineros auríferos en la parroquia Puerto Napo, Ecuador," <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17000>, 2023.
- [21] C. C. de Colombia, "Sentencia T-622 de 2016," *MP: Jorge Iván Palacio Palacio*, 2016.
- [22] L. E. Lema De la Torre, J. A. M. Rangel, and J. A. Carrera, "Estudio etnobotánico del bosque protector cascada de peguche, otavalo, ecuador: Propuesta de estrategias de conservación," *Recinatur International Journal of Applied Sciences, Nature and Tourism*, vol. 1, no. 2, pp. 1-11, 2019.
- [23] M. J. Sánchez Montero, "Plan de salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial de la comunidad Kichwa Yutzupino, parroquia Puerto Napo, cantón Tena, provincia de Napo," 2023.
- [24] Y. García Quintana, Y. Arteaga Crespo, V. d. R. Chico Caiza, S. García Decoro, S. B. Luna Fox, and C. Bañol Pérez, "Potencial bioacumulador de metales pesados para la fitorremediación como alternativa para la recuperación del paisaje forestal en un área de extracción minera, Napo, Ecuador," *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, vol. 12, no. 1, 2024.
- [25] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2024.
- [26] Romero, A. V., Sánchez, F. M., & Estupiñán, C. P. "Inteligencia artificial en gestión hotelera: aplicaciones en atención al cliente". *El patrimonio y su perspectiva turística*, pp. 409-423, 2024.
- [27] Márquez Carriel, D. C., Oña Garcés, L., Vergara Romero, A., & Márquez Sánchez, F. "Assessing the need for a feminist foreign policy in Ecuador through a sentiment analysis based on neutroAlgebra". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 71, num. 1, pp. 16, 2024.
- [28] Vergara-Romero, A., Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., & Arencibia-Montero, O. "Child Labor, Informality, and Poverty: Leveraging Logistic Regression, Indeterminate Likert Scales, and Similarity Measures for Insightful Analysis in Ecuador". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol 66, pp 136-145, 2024
- [29] von Feigenblatt, O. F. "Research Ethics in Education. In *Ethics in Social Science Research: Current Insights and Practical Strategies*", pp. 97-105. Singapore: Springer Nature Singapore, 2025.

- [30] von Feigenblatt, O. F. "Immediacy and Sustainable Development: The Perspective of Youth". *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, vol. 19, num 2, 2024
- [31] de León, E. R., Marqués, L. L., Poleo, A., & von Feigenblatt, O. F. "El estilo del liderazgo educativo en el proceso de enseñanza: una revisión de la literatura". In *Anales de la Real Academia de Doctores*. vol. 9, num. 2, pp. 289-308, 2024

Recibido: febrero 26, 2025. Aceptado: marzo 16, 2025