



Superarse
TECNOLÓGICO

LIBRO DE MEMORIAS SEGUNDO CONGRESO DE TOPOGRAFÍA Y MINERÍA



2025

WWW.CIENCIADIGITALEEDITORIAL.COM

El libro **LIBRO DE MEMORIAS SEGUNDO CONGRESO DE TOPOGRAFÍA Y MINERÍA 2025** está avalado por un sistema de evaluación por pares doble ciego, también conocido en inglés como sistemas “*double-blind paper review*” registrados en la base de datos de la **EDITORIAL CIENCIA DIGITAL** con registro en la Cámara Ecuatoriana del Libros No.663 para la revisión de libros, capítulos de libros o compilación.

ISBN_978-9942-595-04-1

Primera edición, febrero 2026

Edición con fines didácticos

Coeditado e impreso en Ambato - Ecuador

El libro que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Editorial Ciencia Digital**.

El libro queda en propiedad de la editorial y por tanto su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Editorial Ciencia Digital**.



Jardín Ambateño, Ambato, Ecuador

Teléfono: 0998235485 – 032-511262

Publicación:

w: www.cienciadigitaleditorial.com

w: <http://libros.cienciadigital.org/index.php/CienciaDigitalEditorial>

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

AUTORES

AUTORES



Katherine Daniela Tamayo Vallejo

(Presidenta del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería y Expo feria 2025)



Edison Gonzalo Aucay Aucay

(Co-Presidente del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería y Expo feria 2025)



Verónica Paulina Tamayo Vallejo

(Miembro del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería y Expo feria 2025)

**CIENCIA DIGITAL EDITORIAL**

La **Editorial Ciencia Digital**, creada por Dr.C. Efraín Velasteguí López PhD. en 2017, está inscrita en la Cámara Ecuatoriana del Libro con registro editorial No. 663.

El **objetivo** fundamental de la **Editorial Ciencia Digital** es un observatorio y lugar de intercambio de referencia en relación con la investigación, la didáctica y la práctica artística de la escritura. Reivindica a un tiempo los espacios tradicionales para el texto y la experimentación con los nuevos lenguajes, haciendo de puente entre las distintas sensibilidades y concepciones de la literatura.

El acceso libre y universal a la cultura es un valor que promueve Editorial Ciencia Digital a las nuevas tecnologías esta difusión tiene un alcance global. Muchas de nuestras actividades están enfocadas en este sentido, como la biblioteca digital, las publicaciones digitales, a la investigación y el desarrollo.

Desde su creación, la Editorial Ciencia Digital ha venido desarrollando una intensa actividad abarcando las siguientes áreas:

- Edición de libros y capítulos de libros
- Memoria de congresos científicos
- Red de Investigación

Editorial de las revistas indexadas en Latindex 2.0 y en diferentes bases de datos y repositorios: **Ciencia Digital** (ISSN 2602-8085), **Visionario Digital** (ISSN 2602-8506), **Explorador Digital** (ISSN 2661-6831), **Conciencia Digital** (ISSN 2600-5859), **Anatomía Digital** (ISSN 2697-3391) & **Alfa Publicaciones** (ISSN 2773-7330).



ISBN: 978-9942-595-04-1



ISBN: 978-9942-595-04-1 Versión Electrónica



Los aportes para la publicación de esta obra, está constituido por la experiencia de los investigadores

EDITORIAL REVISTA CIENCIA DIGITAL



Efraín Velasteguí López¹

Contacto: Ciencia Digital, Jardín Ambateño, Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485 - 032511262

Publicación:

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefraivelastegui@cienciadigital.org

Editora Ejecutiva

Dr. Tatiana Carrasco R.

Director General

Dr.C. Efraín Velasteguí PhD.

¹ **Efraín Velasteguí López:** Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (**PhD**) en Ciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 120 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 16 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, tres patente de la marca Ciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV-18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo 2.0, Ciencia Digital, Visionario Digital, Explorador Digital, Conciencia Digital, Anatomía Digital, Alfa Publicaciones y editorial Ciencia Digital registro editorial No 663. Cámara Ecuatoriana del libro director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063

**EJEMPLAR GRATUITO
PROHIBIDA SU VENTA**

El “copyright” y todos los derechos de propiedad intelectual y/o industrial sobre el contenido de esta edición son propiedad de CDE. No está permitida la reproducción total y/o parcial de esta obra, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, por fotocopia o por registro u otros medios, salvo cuando se realice con fines académicos o científicos y estrictamente no comerciales y gratuitos, debiendo citar en todo caso a la editorial.

INTRODUCCIÓN

El 2do Congreso de Topografía, Minería y Expo Feria 2025 es un evento académico, científico y tecnológico organizado por el Tecnológico Superarse, que busca consolidarse como un espacio de divulgación científica, innovación y encuentro entre actores clave del sector minero y topográfico.

Este congreso tiene como propósito principal fomentar el intercambio de conocimientos, experiencias y avances tecnológicos, mediante conferencias magistrales, ponencias técnicas, talleres especializados y presentaciones de investigaciones aplicadas. Además, la Expo Feria ofrecerá una vitrina dinámica para empresas, instituciones y emprendedores del sector, quienes podrán exhibir sus productos, servicios, tecnologías y soluciones innovadoras

El evento está dirigido a estudiantes, docentes, profesionales, investigadores y representantes de la industria, promoviendo el desarrollo de redes de colaboración, la formación continua y el fortalecimiento del vínculo entre la academia y el sector productivo.

OBJETIVOS

Objetivos Generales.

Impulsar el intercambio de conocimientos y soluciones entre academia, empresa y estado, en topografía y minería, promoviendo la innovación tecnológica, la seguridad laboral y la gestión sostenible del territorio y de los relaves para el desarrollo responsable del sector.

Objetivos Específicos.

- Difundir innovaciones tecnológicas aplicadas a la topografía y la minería que impulsen la eficiencia operativa, el cuidado ambiental y el desarrollo sostenible.
- Fortalecer la cultura de seguridad y prevención de riesgos laborales en operaciones topográficas y mineras, promoviendo la implementación de buenas prácticas y cumplimiento normativo.

- Analizar estrategias y soluciones innovadoras para la gestión integral de relaves en minería a gran escala, priorizando la sostenibilidad ambiental y la seguridad de las comunidades.
- Impulsar el uso de herramientas catastrales y de ordenamiento territorial para la formalización de la minería en pequeña escala y la planificación territorial urbana, destacando el rol estratégico del topógrafo en la gestión municipal.
- Invitar a fortalecer un ejercicio profesional con ética Dentro del marco administrativo y legal con responsabilidad en la institucionalidad pública y privada. Mediante la implementación de iniciativas que optimicen recursos.

EJES TEMÁTICOS

1. **Innovación Tecnológica** en topografía y minería para el desarrollo sostenible.
2. **Seguridad y Prevención de riesgos laborales** en operaciones topográficas y mineras.
3. **Gestión integral de relaves en minería a gran escala:** Innovación, sostenibilidad y seguridad para el futuro del sector.
4. **Catastro minero y minería en pequeña escala:** Herramientas para la formalización y ordenamiento territorial.
5. **Situación catastral urbana:** El rol estratégico del topógrafo en la planificación territorial y la gestión municipal.
6. **Ética, Responsabilidad y Optimización de Recursos en la Topografía y Minería:** Fortaleciendo el ejercicio profesional desde la formación académica hasta la práctica institucional.

Contenido

COORDINADORES GENERALES	11
COMITÉ CIENTÍFICO E INVESTIGADOR	11
COMITÉ ACADÉMICO Y TIC'S	12
PREFACIO	13
AGRADECIMIENTO	14
SECCIÓN I: ARTÍCULOS CIENTÍFICOS	16
SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA FLOTA DE CARGUÍO Y ACARREO	17
IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL MONITOREO DE LA EROSIÓN REGRESIVA DEL RÍO COCA	26
INTRODUCCIÓN A LA GEOMETALURGIA	33
SECCIÓN II: RESUMENES DE PONENCIAS	39
IMPACTO DE LA GANADERÍA EXTENSIVA EN LOS BOSQUES Y PÁRAMOS DE LA PARROQUIA RUMIPAMBA A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES Y ESTADÍSTICAS ESPACIALES	40
QGIS + IA GRANULOMETRÍA MINA MIRADOR DE ECUACORRIENTE S.A.	49
OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN PROCESOS TOPOGRÁFICOS DE FISCALIZACIÓN PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE PROYECTOS VIALES E INFRAESTRUCTURA PÚBLICA	53
MANEJO DE CATASTRO MINERO Y USO PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS GAD'S CANTONALES Y/O PARROQUIALES	56
LINEAMIENTOS PARA CONSERVAR LA PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA	59
BUENAS PRÁCTICAS PROFESIONALES EN TOPOGRAFÍA Y GEOMENSURA: NORMAS INTERNACIONALES, CERTIFICACIÓN Y RESPONSABILIDAD EN LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN E INFRAESTRUCTURA EN ECUADOR	62

COORDINADORES GENERALES

Arq. Katherine Daniela Tamayo Vallejo

Presidenta del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería y
Expo feria 2025

daniela.tamayo@superarse.edu.ec

Ing. Edison Gonzalo Aucay Aucay

Co-Presidente del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería
y Expo feria 2025

edison.aucay@superarse.edu.ec

MSc. Tatiana Trinidad Quishpe Casillas

Logística

tatiana.quishpe@superarse.edu.ec

MSc. Verónica Paulina Tamayo Vallejo

Miembro del Comité Organizador

veronica.tamayo@superarse.edu.ec

COMITÉ CIENTÍFICO E INVESTIGADOR

Arq. Katherine Daniela Tamayo Vallejo

Presidenta del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería y
Expo feria 2025

daniela.tamayo@superarse.edu.ec

Ing. Edison Gonzalo Aucay Aucay

Co-Presidente del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería
y Expo feria 2025

edison.aucay@superarse.edu.ec

Ing. Josué Emanuel Tello
Investigación, Desarrollo e Innovación
josue.tello@superarse.edu.ec

COMITÉ ACADÉMICO Y TIC'S

Arq. Katherine Daniela Tamayo
Presidenta del Comité Organizador del II Congreso de Topografía, Minería y
Expo feria 2025
daniela.tamayo@superarse.edu.ec

MSc Tatiana Trinidad Quishpe
Vicerrectora Académica
tatiana.quishpe@superarse.edu.ec

MSc. María Elena Quezada
Coordinadora de Docencia
elena.quezada@superarse.edu.ec

Ing. Josué Ortiz
Producción Multimedia
josue.ortiz@nexodigitalmark.com

Arq. Jean Paul Landázuri
Relaciones Institucionales
jean.landazuri@superarse.edu.ec

MSc. Verónica Paulina Tamayo
Miembro del Comité Organizador
veronica.tamayo@superarse.edu.ec

PREFACIO

El Instituto Superior Tecnológico Superarse tiene el honor de presentar las memorias del II Congreso de Topografía y Minería Expo feria 2025, un espacio académico y técnico científico diseñado para fortalecer la investigación aplicada, la innovación tecnológica y la formación profesional de excelencia en los ámbitos de la topografía y la minería.

Este evento se desarrolló los días 18 y 19 de septiembre de 2025, en modalidad presencial, en el Centro de Exposiciones Quito – Auditorio “Los Caras”, ubicado en Quito. Con el lema “Tecnología, sostenibilidad e innovación para el desarrollo técnico del Ecuador”, el Congreso reafirma el compromiso institucional de Instituto Superarse con la formación integral, la sostenibilidad ambiental y el impulso de la ciencia y la tecnología al servicio del desarrollo socioeconómico.

El presente Libro de Memorias recopila las conferencias magistrales, ponencias, investigaciones y la exposición de nuevas tecnologías que se presentaron durante el evento. Cada contribución refleja el esfuerzo y la dedicación de profesionales, investigadores, docentes y estudiantes, comprometidos con la generación de conocimiento pertinente y la búsqueda de soluciones innovadoras para el desarrollo sostenible de los sectores topográfico y minero del país.

Los ejes temáticos del Congreso incluyeron áreas tales como: cartografía digital, sistemas de información geográfica (SIG), teledetección, minería responsable, seguridad industrial y automatización de procesos topográficos, entre otros temas de gran relevancia para el sector.

Se reconoce la labor del Comité Científico, del Comité Organizador y del equipo editorial, quienes aportaron con su experiencia y profesionalismo en la planificación, ejecución y publicación de este compendio académico.

Confiamos en que este Libro de Memorias del II Congreso de Topografía y Minería EXPOFERIA 2025 se convierta en una valiosa fuente de consulta y reflexión para investigadores, docentes, profesionales y estudiantes interesados en el fortalecimiento del conocimiento técnico, la innovación y el desarrollo sostenible.

AGRADECIMIENTO

El Instituto Superior Tecnológico Superarse agradece a los autores y el equipo editorial por el respaldo institucional brindado para la planificación, organización y desarrollo del II Congreso de Topografía y Minería / EXPOFERIA 2025, así como por su compromiso con el fortalecimiento de la investigación aplicada y la innovación tecnológica. Se reconoce de manera especial la valiosa labor del Comité Científico y del Comité Organizador, cuyo profesionalismo y dedicación hicieron posible la ejecución exitosa del evento. El agradecimiento a los conferencistas magistrales, ponentes, investigadores y participantes, nacionales e internacionales, por su aporte académico y técnico, y por confiar en este espacio como un medio para la difusión del conocimiento. Se agradece a todos quienes, desde sus distintos roles, contribuyeron al éxito del Congreso y al fortalecimiento del sector topográfico y minero.



MINAS

Y OPERACIONES MINERAS

2025

SECCIÓN I:

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

SELECCIÓN DE EQUIPOS Y DIMENSIONAMIENTO DE LA FLOTA DE CARGUÍO Y ACARREO

Daniel Rodrigo Alegría Calero, Cámara Minera de Bolívar,
danalec09@hotmail.com

Resumen

La selección adecuada de equipos y maquinaria en minería es un proceso clave para lograr operaciones eficientes, seguras y rentables. Este artículo aborda los principales objetivos, factores de decisión y etapas que intervienen en el proceso de selección. Se presentan clasificaciones de los equipos mineros, criterios de selección y fórmulas básicas de dimensionamiento de flota, permitiendo tomar decisiones informadas. Se destacan los aspectos geológicos, técnicos, económicos, sociales y ambientales que influyen en la elección, con el fin de maximizar la productividad y minimizar los costos operativos, garantizando al mismo tiempo condiciones seguras de trabajo. El análisis proporciona una guía práctica para ingenieros y planificadores en la toma de decisiones sobre la adquisición de maquinaria minera, contribuyendo a un uso óptimo de los recursos y a la sostenibilidad de las operaciones.

Palabras clave: selección de maquinaria; minería; eficiencia operativa; productividad; sostenibilidad

Introducción

La selección de equipos y maquinaria constituye una etapa crítica en el diseño y planificación de operaciones mineras. Esta decisión impacta directamente en la productividad, los costos operativos y la seguridad del personal. La minería, al involucrar grandes volúmenes de material y condiciones geológicas complejas, requiere equipos especializados que respondan de manera óptima a los desafíos técnicos y ambientales del entorno. El presente artículo busca

presentar los criterios fundamentales que deben considerarse al seleccionar maquinaria para operaciones mineras, así como el proceso general para asegurar decisiones técnicas y económicamente viables.

Metodología

Se realizó un análisis documental y técnico de los criterios que intervienen en la selección de maquinaria minera, considerando cinco grandes ejes: condiciones geológicas y geográficas, diseño y plan minero, características técnicas de los equipos, disponibilidad de mantenimiento y costos económicos. Se incluyó también la recopilación de fórmulas básicas para el dimensionamiento de flota y la determinación de la sincronización entre equipos de carga y acarreo (Match Factor), obtenidas de manuales técnicos y experiencia profesional.

Resultados y Discusión

Tabla 1. Clasificación general de equipos mineros

Tipo	Carguío	Transporte	Combinados
Discreto	Palas, cargador frontal, retroexcavadoras, pala hidráulica	Camiones, trenes, shuttle car, skip, DLH	Dozer, dragalinas
Continuo	Roto palas	Cintas, oleoductos, cinta tornillo, transporte neumático, cadena, minero continuo	Dragas, cinta

Fuente: Alegría (2025).

Tabla 2. Criterios principales de selección de equipos

Criterio	Aspectos a considerar
Ubicación geográfica y condiciones del terreno	Clima, altitud, humedad y accesibilidad.
Condiciones de trabajo	Grado de mecanización, tipos de mineralización, reservas y volúmenes de producción.
Diseño de la mina	Disposición del yacimiento, método de explotación y condiciones operativas.
Características de equipos	Rendimiento, vida útil, maniobrabilidad, dimensiones,

	capacidades y disponibilidad.
Mantenimiento	Talleres, personal calificado, logística y programas de mantenimiento.
Economía y finanzas	Costos operativos, ingresos/egresos, financiamiento y oferta/demanda del mercado.
Factores sociales y ambientales	Capacitación, prácticas laborales, consumo energético, emisiones y ruido.

Fuente: Alegría (2025).

Tabla 3. Fórmulas básicas para el dimensionamiento de flota

Etapas	Qué se calcula	Fórmula clave
Producción por equipo	Qeq	$Qeq = (C \times E \times D \times H) / T_{ciclo}$
Nº de equipos operativos necesarios	Nop	$Nop = Q_{plan} / Qeq$
Nº total de equipos (incluyendo reservas)	Ntotal	$Ntotal = (Nop / (D \times E)) \times (1 + R)$

Fuente: Alegría (2025).

Tabla 4. Fórmula del Match Factor (MF)

Método	Fórmula	Características principales
Método simple o clásico	$MF = (Tc \times Nc) / TI$	Usa tiempos promedio de ciclo y carga. Es rápido y ofrece resultados aproximados.
Método detallado por componentes	$MF = ((Tvi + Td + Tvr + Te) \times Nc) / Tc$	Considera cada fase del ciclo operativo: viaje, descarga, retorno y espera.
Método con tasas de producción	$MF = Q_{camiones} / Q_{pala}$	Se basa en las tasas reales de producción de camiones y palas, ideal para estudios precisos.

Fuente: Alegría (2025).

Conclusiones

La correcta selección de equipos y maquinaria minera es un proceso multidimensional que requiere integrar variables técnicas, económicas, operativas y ambientales.

Aplicar criterios sistemáticos y fórmulas de dimensionamiento permite alcanzar altos niveles de eficiencia y seguridad en las operaciones mineras, mejorando

su rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Bibliografía

Alegría-Calero, D. R., Guamán-Acuña, L. A., Robles-Riofrío, A. L., Toapanta-Delgado, S. F., & Tonato-Pillajo, A. S. (2024). Adaptación del PMBOK en la gestión de proyectos mineros a cielo abierto. FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo, 18(2), 153–161.
<https://doi.org/10.29166/revfig.v18i2.7159>

Caterpillar Inc. (2010). Manual de Rendimiento Caterpillar. SSBD0350

Díaz Aguado, M. B. (2006). Carga, transporte y extracción en minería subterránea: (ed.). Septem Ediciones.

Hustrulid, W. Kuchta, M. Martin, R. (2013). Open Pit Mine Planning & Design. 3rd Edition. CRC Press.

Datos sobre el Autor	
Nombre completo	Ing. Daniel Alegría Calero
Título de la ponencia / conferencia	Selección de equipos y dimensionamiento de la flota de carguío y acarreo
Cargo y área de experticia	Presidente de la Cámara Minera de Bolívar y docente de la Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental (FIGEMPA) de la Universidad Central del Ecuador.
Reseña profesional	Profesional del sector minero con más de diez años de experiencia en los ámbitos público y privado, con participación en procesos de planificación, gestión y optimización de operaciones mineras. Cuenta con formación de posgrado en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos, lo que respalda un enfoque técnico y estratégico en la selección y dimensionamiento de equipos de carguío y acarreo.

INNOVACIÓN Y EFICIENCIA EN LA TOPOGRAFÍA MINERA: MODERNIZANDO MÉTODOS DE TRABAJO

Farid Alejandro Hode Cardona, Trimble Inc, farid_hode@trimble.com

Resumen

La minería moderna constituye un eje fundamental para el crecimiento de la economía global, lo que demanda una evolución permanente de sus componentes y procesos mediante el uso de tecnologías de vanguardia. La extracción minera a gran escala requiere de un trabajo continuo en la cual la automatización de los procesos es fundamental para asegurar la protección del medio ambiente, mitigar riesgos y garantizar la seguridad ocupacional, creando así un entorno laboral propicio y seguro para el personal a cargo del proyecto. La interacción eficiente entre hardware y software, junto con una comunicación fluida, es crucial para la determinación precisa y optimización de las fases críticas en la minería moderna: exploración, extracción, procesamiento y cierre. Para lograr este fin, se han implementado diversas tecnologías avanzadas, como imágenes satelitales de alta resolución, analizadores de detección de minerales, sistemas de posicionamiento refinados, monitoreo en tiempo real y transporte automatizado, entre otros. La adopción de estas innovaciones no solo fomenta un modelo de minería sostenible y ambientalmente responsable, sino que también se convierte en un medio de desarrollo aceptado por la sociedad.

Palabras clave: Minería; sostenibilidad; tecnología; topografía; monitoreo en tiempo real

Introducción

La innovación y eficiencia en la topografía minera juega un papel fundamental dentro del proceso de la explotación de recursos del suelo. Un estudio profesional utilizando tecnología de última generación, desde la exploración

permitirá obtener resultados que serán de beneficio en el campo ambiental, técnico, económico y social. Los procesos manuales provocan errores y pérdida de tiempo, y no permite la optimización de recurso como agua y energía. La respuesta ante fallas e imprevistos serán lentas y muchas de ellas sin solución a corto y mediano plazo, lo que finalmente produce costos elevados, seguridad del personal y la comunidad en peligro, y la desconfianza en el uso de este recurso.

Metodología

La utilización de sistemas tecnológicos se aplica en todas las fases del proceso minero. Sensores remotos y fotogrametría con drones: estudios en base a imágenes de grandes extensiones de terreno y análisis multitemporal.

Minería de precisión: Levantamientos GNSS precisos, libres de interferencia ionosférica, impide que la posición pueda variar en un mismo día provocando errores en la explotación y extracción.

Monitoreo: inclusión de estaciones totales y sensores de movimiento para un monitoreo continuo del complejo minero que incluye zonas influyentes, zonas internas y construcciones, la información receptada permite la difusión de alertas tempranas.

Realidad aumentada y virtual: La incorporación de tecnologías inmersivas, permite optimizar procesos de capacitación, simulación y planificación en entornos mineros.

Los gemelos digitales y simuladores para planificación de operaciones permiten simular dinámicamente escenarios de extracción, procesamiento y logística, anticipando fallas, optimizando recursos y reduciendo riesgos operativos. Mejorando la toma de decisiones al integrar datos en tiempo real, análisis predictivo y visualización 3D.

Resultados y discusión

Medición digital y automatizada mediante coordenadas precisas en tiempo real. Alta precisión en grandes extensiones y zonas de difícil acceso.

Captura de grandes volúmenes de datos e información en tiempos reducidos. Generación de modelos tridimensionales (3D), nube de puntos, modelos digitales del terreno. Bajo índice de riesgo para las operaciones topográficas gracias al uso de tecnologías remotas como drones, escáneres y radares. Amortización a corto plazo de la inversión tecnológica.

Conclusión

Las tecnologías avanzadas aplicadas a la topografía minera, como drones, sensores remotos y sistemas GNSS, permiten una medición y monitoreo precisos de grandes extensiones y zonas de difícil acceso, mejorando significativamente la eficiencia de los procesos.

La implementación de gemelos digitales, simuladores y tecnologías inmersivas optimiza la planificación de operaciones, la capacitación del personal y la simulación de escenarios, lo que contribuye a la reducción de riesgos operativos y a la anticipación de posibles fallas. La automatización de los procesos topográficos minimiza los errores humanos, acelera la obtención de información y facilita la generación de modelos tridimensionales, nubes de puntos y modelos digitales del terreno. Estas innovaciones promueven una gestión más eficiente de los recursos, incluyendo agua y energía, y fortalecen la seguridad del personal y de la comunidad cercana.

Campo	Descripción
Nombre completo	Farid Alejandro Hode Cardona
Título de la ponencia / conferencia	Innovación y eficiencia en la topografía minera: modernizando métodos de trabajo
Cargo y área de experticia	Ingeniero de Ventas en Trimble Inc. – Instrumental y Óptica, con experiencia en ventas técnicas, gestión de productos y asesoramiento especializado en soluciones tecnológicas aplicadas a la topografía y la minería.
Reseña profesional	Profesional con destacada trayectoria en el ámbito de la instrumentación topográfica y las soluciones tecnológicas para el sector minero. Su experiencia se centra en la implementación, comercialización y optimización de herramientas avanzadas para la modernización de los métodos de trabajo, aportando una visión práctica y estratégica alineada con las tendencias e innovaciones actuales de la industria.
Afiliación institucional	Trimble Inc. – Instrumental y Óptica

IMPORTANCIA DE LA TOPOGRAFÍA Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL MONITOREO DE LA EROSIÓN REGRESIVA DEL RÍO COCA

Pamela Evelin Santander Vásquez, Corporación Eléctrica del Ecuador -

Comisión Ejecutora Río Coca, pamela.santander@celec.gob.ec

Karina Gabriela Añazco Calderón, Corporación Eléctrica del Ecuador -

Comisión Ejecutora Río Coca, karina.anazco@celec.gob.ec

Resumen:

La Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC-EP) creó la Comisión Ejecutora Río Coca para mitigar los impactos de la erosión regresiva del río Coca, la cual se originó tras el colapso natural de la Cascada San Rafael en febrero de 2020. Este evento generó un proceso de adaptación del río que amenaza la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair de dos formas, el primero es el riesgo de socavación en la obra de captación, debido a la degradación progresiva del lecho y el segundo es corresponde a la sedimentación en la zona de descarga, que podría impedir la operación de la central. Ante esta situación, CELEC implementa medidas como la construcción de un dique permeable, monitoreos periódicos con drones y LIDAR, y convenios internacionales como el Proyecto Cóndor, que ha permitido medir la magnitud de la erosión (277 millones de m³ de sedimentos en 3 años). La Comisión cuenta con equipos avanzados de fotogrametría y LIDAR, y proyecta adquirir un dron de ala fija para ampliar el monitoreo. Gracias a estas tecnologías se generan modelos digitales del terreno, ortofotos y nubes de puntos, insumos clave para los diseños de ingeniería, la planificación de obras y el seguimiento continuo de la erosión y sedimentación en el río Coca.

Palabras clave: CELEC EP; Erosión Regresiva; Sedimentación; Fotogrametría.

Introducción:

La Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC-EP) creó la Comisión Ejecutora Río Coca con el propósito de enfrentar los impactos presentes y futuros de la erosión regresiva del río Coca. Esta instancia concentra sus esfuerzos en la investigación, el diseño y la ejecución de obras, así como en la implementación

de medidas que permitan proteger la infraestructura estratégica de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

Metodología:

El 2 de febrero de 2020 ocurrió el colapso natural de la Cascada San Rafael, ubicada sobre el río Coca, aproximadamente 20 km aguas abajo de la captación y 45 km aguas arriba de la descarga de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair (CCS). Como consecuencia del colapso de la cascada San Rafael ocurrido en febrero del 2020, se desencadenó un proceso de adaptación del río, buscando un equilibrio morfológico de este a lo largo de su cauce aguas abajo de las obras de captación de la Central Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair.

La búsqueda de un nuevo equilibrio se refleja en la reducción paulatina de la discontinuidad en el perfil del río, y en la nueva pendiente que este asume. Esto implica la erosión regresiva con la consecuente migración del frente erosivo aguas arriba, y la sedimentación que ocurre aguas abajo del sitio de la antigua cascada del material erosionado.

En ese sentido, las implicaciones de la erosión regresiva afectan a la central Coca Codo Sinclair en dos distintos modos de falla que involucran tanto las obras de toma como a las obras de descarga como sigue:

- La amenaza que supone el avance de la degradación del lecho a la integridad de la obra de captación. El lecho aluvial donde se ubican las obras de captación tiene una potencia considerable hasta alcanzar materiales competentes como roca de basamento. Entonces, es posible que el proceso de adaptación del río a las nuevas condiciones resulte en un perfil de equilibrio que se ubique por debajo de los niveles actuales del lecho en la zona de la captación. Si la erosión alcanza la obra de toma, es probable que se produzca la socavación y consecuente destrucción de las estructuras de cierre y derivación.
- La continua sedimentación que experimenta el tramo aguas abajo del sitio de la ex cascada San Rafael. Gran parte del material que fue y que está siendo erosionado, paulatinamente es transportado aguas abajo por el río, ya sea como material en suspensión, así como carga de fondo. La

introducción repentina de material en el sistema fluvial implica la dispersión y viaje aguas abajo de este pulso anómalo de sedimentos. En función de la cantidad de material erosionado el cauce aguas abajo puede experimentar un incremento generalizado de los niveles y hasta cambiar permanentemente la pendiente del río. El cambio puede ser tal, que los niveles del lecho del río en la zona de descarga alcancen cotas similares al umbral de descarga máximo definido para la operación segura de la central. Esto implicaría que la central no pueda operar por la incapacidad de descargar el agua turbinada al río.

Estos modos de falla son igualmente relevantes en el sentido de que la central puede quedar inoperante por la acción de cualquiera de ellos.

Frente a este escenario, CELEC EP, a través de la Comisión Ejecutora Río Coca, ha implementado múltiples medidas de monitoreo y mitigación, incluyendo:

- La construcción de un dique permeable en el sector San Carlos, parroquia Gonzalo Díaz de Pineda, cantón El Chaco, provincia del Napo (obra en ejecución).
- Monitoreos periódicos mediante drones multirrotor y sistema LIDAR.
- Convenios internacionales para levantamientos integrales del río Coca, que se llevó a cabo entre noviembre y diciembre de 2023 por los equipos especializados de USACE y el Oak Ridge National Laboratory, en el marco del denominado Proyecto Cóndor, el cual permitió evidenciar los cambios en el perfil desde la situación previa al colapso de la cascada San Rafael hasta finales de 2023.

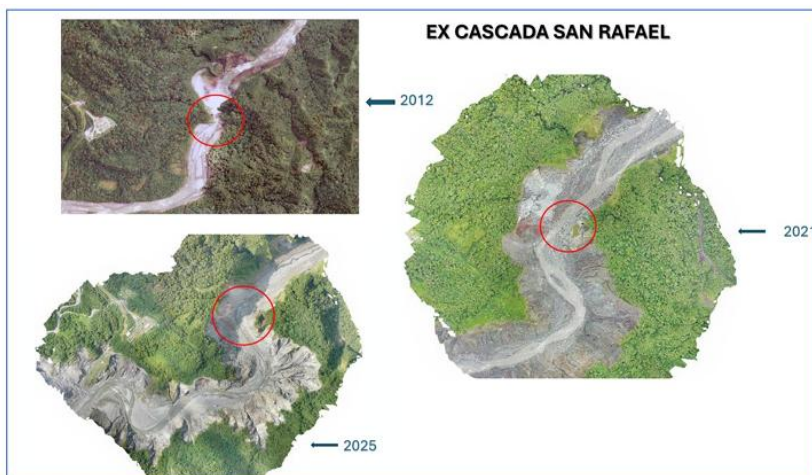


Ilustración 1. Monitoreo: Comparación de Ortofotos año 2012, 2021 y 2025.

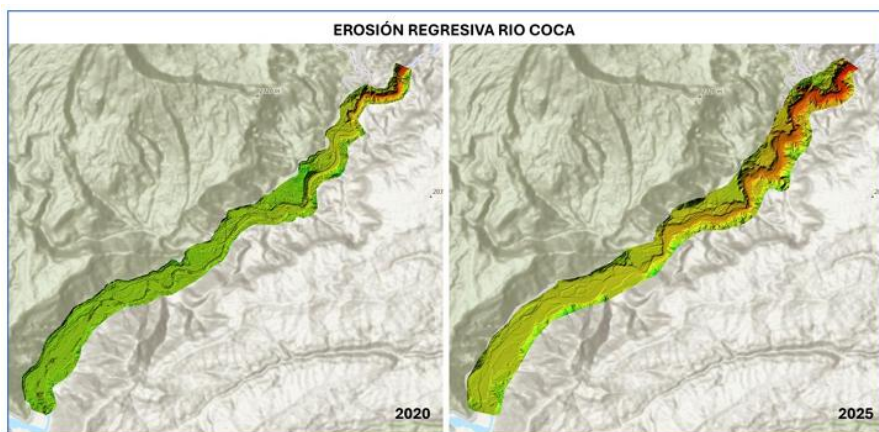


Ilustración 2. Comparación Modelos digitales de terreno. Año 2020 y 2025.

De acuerdo con Barrera et al. (2023) se estima un volumen total de sedimentos generados por la erosión regresiva de alrededor de 277 millones de metros cúbicos y 500 millones de toneladas (Mt) a lo largo de 3 años, los mismos que son depositados varios kilómetros en dirección aguas abajo del sitio de origen del fenómeno de erosión regresiva en el punto de colapso de la extinta cascada San Rafael (Barrera Crespo et al., 2024). Dado este particular es imperativo mantener un control topográfico preciso y continuo, que permita actualizar en períodos cortos la información sobre la evolución del cauce y planificar las medidas de ingeniería adecuadas.

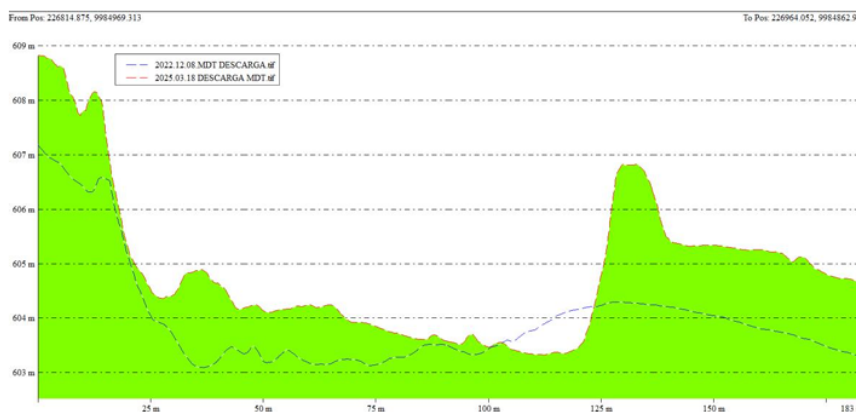


Ilustración 3. Perfil Topográfico. Se puede observar la acumulación de sedimentación 2025 (línea roja) a comparación de la línea azul correspondiente al año 2022.

La Comisión Ejecutora Rio Coca, a finales del año 2020 adquirió un sistema de monitoreo aéreo no tripulado, que está constituido por un avanzado dron de marca DJI, modelo MAVIC2 Pro, que incorpora una cámara de 20mp, con el cual se realiza fotogrametría, inspecciones diarias del frente de erosión, verifica rutas previas al uso del sistema LIDAR y su acompañamiento aéreo en ejecución y exploración. El segundo y más importante componente constituye el dron de marca CHCNAV, modelo BB4 UAV que incorpora un LIDAR (Light Detection and Ranging) modelo AlphaUni300, emisión láser; además de una cámara de 42mp. Este sistema LIDAR posee funciones de penetración de láser en la cobertura vegetal para la obtención de topografía a detalle. Adicionalmente la Comisión Ejecutora Rio Coca, está en el proceso de adquisición de un DRON de ala fija de despegue vertical, con una cámara de 61mp con una autonomía de 4 horas, con el cual se obtendrá topografía de grandes extensiones de terreno con la finalidad de calibrar los modelos fluviomorfológicos y mantener un monitoreo constante de la erosión y sedimentación aguas debajo de la ex Cascada San Rafael.

Resultados:

Con lo expuesto anteriormente, sea logrado obtener: nubes de puntos, modelos digitales del terreno y de superficie precisos y ortofotografías, productos que sirven como insumo para las obras de diseño e investigación, y monitoreo

constante de la erosión regresiva del Río Coca y sedimentación aguas debajo de la ex cascada San Rafael.

Referencias:

Barrera Crespo, P. D., Espinoza Girón, P., Bedoya, R., Gibson, S., East, A. E., Langendoen, E. J., et al. (2024). Major fluvial erosion and a 500-Mt sediment pulse triggered by lava-dam failure, Río Coca, Ecuador. *Earth Surface Processes and Landforms*, 49(3), 1058–1080.

Campo	Descripción
Nombre completo	Ing. Pamela Evelin Santander Vásquez
Título de la ponencia / conferencia	Importancia de la topografía y gestión de la información en el monitoreo de la erosión regresiva del río Coca
Cargo y área de experticia	Ingeniera Geógrafa, especialista en geomática, con experiencia en el análisis, gestión y aplicación de información geoespacial para el monitoreo de procesos geomorfológicos y ambientales.
Reseña profesional	Profesional con formación en geografía y geomática, orientada al uso de herramientas topográficas y sistemas de información geográfica para la gestión, análisis y monitoreo de fenómenos de erosión regresiva. Su trabajo se enfoca en la generación de información técnica confiable que contribuye a la toma de decisiones en proyectos de infraestructura y gestión de riesgos naturales.
Afiliación institucional	Corporación Eléctrica del Ecuador – Comisión Ejecutora Río Coca

Campo	Descripción
Nombre completo	Ing. Karina Gabriela Añazco Calderón
Título de la ponencia / conferencia	Importancia de la topografía y gestión de la información en el monitoreo de la erosión regresiva del río Coca
Cargo y área de experticia	Ingeniera Geógrafa, especialista en geomática, con experiencia en el análisis, gestión y aplicación de información geoespacial para el monitoreo de procesos geomorfológicos y ambientales.
Reseña profesional	Profesional con formación en geografía y geomática, orientada al uso de herramientas topográficas y sistemas de información geográfica para la gestión, análisis y monitoreo de la erosión regresiva. Su labor se centra en la generación y administración de información técnica que respalda la toma de decisiones en proyectos estratégicos de infraestructura y gestión del riesgo.
Afiliación institucional	Corporación Eléctrica del Ecuador – Comisión Ejecutora Río Coca

INTRODUCCIÓN A LA GEOMETALURGIA

Darío Damián Lozada Fiallos, Institución: Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Petróleos y Ambiental (FIGEMPA), Universidad Central del Ecuador, ddlozada@uce.edu.ec

Resumen:

La geometalurgia constituye una disciplina fundamental que integra la geología, mineralogía y metalurgia para mejorar la eficiencia y rentabilidad en la industria minera. Este artículo proporciona una revisión comprensiva de los conceptos básicos de la geometalurgia, describiendo su metodología estructurada, que abarca desde la caracterización espacial y mineralógica hasta el modelado predictivo y la optimización operativa. Se explican las técnicas analíticas y experimentales esenciales para determinar las propiedades metalúrgicas, así como la importancia de la integración de datos para mitigar la variabilidad del recurso. Se discuten las aplicaciones prácticas de la geometalurgia en la planificación minera, la toma de decisiones y el fortalecimiento del control de calidad durante el procesamiento. La discusión se fundamenta en estudios de caso, destacando la relevancia de esta disciplina para la reducción de riesgos y la maximización del valor económico de los yacimientos minerales.

Palabras clave: Metalurgia; Geometalurgia; Ensayos metalúrgicos; Optimización minera.

Introducción:

La minería contemporánea enfrenta el desafío de gestionar depósitos minerales con alta variabilidad mineralógica y metalúrgica que impacta directamente en la eficiencia del procesamiento y la recuperación de metales valiosos. Tradicionalmente, la caracterización del recurso se realizaba desde una perspectiva principalmente geológica, limitando la capacidad para predecir la respuesta del mineral en procesos metalúrgicos. La geometalurgia emerge como

una solución integral que combina el conocimiento geológico con métodos avanzados de caracterización metalúrgica para anticipar esta variabilidad y optimizar las operaciones mineras (Bulled et al., 2009; Reynolds, White & Howard, 2014).

La relevancia de la geo metalurgia radica en su capacidad para mejorar la planificación extractiva y de procesamiento al contar con modelos que predicen el comportamiento metalúrgico del mineral depositado en función de su composición y propiedades físicas. Esto permite tomar decisiones más informadas sobre la segregación del mineral, diseño del circuito de procesamiento, y manejo del producto final, minimizando costos operacionales y riesgos económicos asociados (SGS Minerals Services, 2013). En este contexto, el presente artículo tiene el objetivo de introducir los fundamentos de la geo metalurgia, explicar su metodología y destacar su impacto estratégico y operativo en la industria minera.

Metodología

La geo metalurgia se estructura generalmente en seis etapas secuenciales que integran diferentes disciplinas y técnicas para obtener un modelo predictivo robusto (Bulled et al., 2009):

1. Definición y modelado del dominio mineralógico y geológico:

Se inicia con la recopilación y análisis de datos geológicos para definir los distintos dominios o zonas dentro del depósito que presentan características mineralógicas homogéneas. Estos modelos espaciales proporcionan la base para orientar la toma de muestras y la correlación con datos metalúrgicos.

2. Selección y diseño de muestreo representativo:

Mediante un muestreo estratégico, se seleccionan muestras que reflejan la variabilidad espacial y mineralógica del yacimiento. Esta etapa es crítica, dado que la representatividad de las muestras determinará la calidad del modelo metalúrgico (Reynolds et al., 2014).

3. Caracterización mineralógica y metalúrgica:

Se aplican técnicas avanzadas de análisis como QEMSCAN (Análisis Automatizado de Minerales), difracción de rayos X, microscopía electrónica y fluorescencia para identificar la composición mineral y su distribución. Paralelamente, se desarrollan ensayos metalúrgicos para evaluar propiedades como la densidad, resistencia a la conminución, respuestas a la flotación o lixiviación, y comportamiento en procesos hidrometalúrgicos (SGS Minerals Services, 2013).

4. Integración de datos y modelado predictivo:

Los datos obtenidos se integran en modelos multivariados que correlacionan las propiedades mineralógicas con las variables metalúrgicas. Estos modelos permiten predecir el comportamiento de los minerales en el procesamiento y realizar simulaciones para optimizar la operación (Bulled et al., 2009).

5. Validación de modelos y pruebas piloto:

Se realizan ensayos piloto y campañas de prueba para validar las predicciones de los modelos y ajustar parámetros operativos específicos, asegurando que los resultados sean reproducibles y aplicables a escala industrial.

6. Optimización y planificación conjunta:

Los resultados se utilizan para apoyar la planificación minera y metalúrgica conjunta, ajustando la selección de mineral, el diseño de circuitos y operaciones diarias para maximizar la recuperación y la eficiencia económica (Reynolds et al., 2014).

Resultados y Discusión:

La implementación de la geo metalurgia ha demostrado resultados altamente beneficiosos en múltiples casos industriales. La capacidad de predecir la variabilidad metalúrgica del mineral permite diseñar estrategias adaptativas de

procesamiento, lo cual se traduce en optimización energética, reducción de costos y mejora de la recuperación metalúrgica (SGS Minerals Services, 2013).

Por ejemplo, en estudios relacionados con la molienda, se ha comprobado que, mediante la caracterización precisa de la dureza y el tamaño de partícula esperado, es posible seleccionar circuitos de molienda con mayor eficiencia energética y menor desgaste de equipos.

De igual manera, en procesos de flotación y separación física, conocer la mineralogía detallada permite ajustar reactivos y parámetros operativos para un mejor desempeño (Bulled et al., 2009).

El enfoque geo metalúrgico también facilita la gestión del riesgo financiero, al proporcionar una herramienta que reduce la incertidumbre inherente a la variabilidad del recurso y permite una mejor estimación de la producción y costos futuros. Esta predictibilidad es fundamental para la toma de decisiones en la inversión y desarrollo de proyectos mineros, contribuyendo a su viabilidad y sostenibilidad.

Conclusiones:

La geo metalurgia representa un avance estratégico y operacional clave para la minería actual, integrando bien las ciencias geológicas y metalúrgicas con herramientas analíticas y modelado predictivo. Su aplicación permite maximizar el valor económico de los yacimientos, mitigar riesgos asociados a la variabilidad del mineral y mejorar la eficiencia de los procesos de beneficio.

Se recomienda fomentar su adopción en proyectos mineros desde etapas tempranas, así como la inversión en investigación y capacitación técnica para potenciar su implementación continua. La geo metalurgia contribuye significativamente al desarrollo sostenible de la minería, al optimizar el uso de recursos y reducir impactos económicos y ambientales derivados de operaciones ineficientes.

Bibliografía

Bulled, D., Leriche, T., Blake, M., Thompson, J., & Wilkie, T. (2009). Improved Production Forecasting through Geometallurgical Modeling at Iron Ore Company of Canada. Proceedings of the CMP Annual Meeting, Ottawa, Canada, 279-295.

Reynolds, S. J., White, C., & Howard, R. (2014). Quantitative Mineralogy and Its Application in Ore Characterization. Minerals Engineering, 59, 45-57. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.04.003>

SGS Minerals Services. (2013). Statement of Capabilities for Iron Ore Metallurgy. SGS Group Management SA.

Campo	Descripción
Nombre completo	Ing. Darío Damián Lozada Fiallos
Título de la ponencia / conferencia	Introducción a la geometalurgia
Cargo y área de experticia	Docente en las áreas de mineralurgia, metalurgia extractiva y minería limpia, con experiencia en la formación académica y el análisis de procesos metalúrgicos aplicados a la actividad minera.
Reseña profesional	Profesional con trayectoria en la docencia universitaria, especializado en mineralurgia y metalurgia extractiva, con énfasis en enfoques de minería limpia y sostenible. Su labor académica se orienta a la transmisión de conocimientos técnicos y científicos para la optimización de procesos mineros y metalúrgicos, promoviendo prácticas responsables y eficientes.
Afiliación institucional	Docente de la Universidad Central del Ecuador

2025

SECCIÓN II:

SECCIÓN II:

RESUMENES

IMPACTO DE LA GANADERÍA EXTENSIVA EN LOS BOSQUES Y PÁRAMOS DE LA PARROQUIA RUMIPAMBA A TRAVÉS DE IMÁGENES SATELITALES Y ESTADÍSTICAS ESPACIALES

Andrea Lucía Araujo Navas, Instituto Superior Tecnológico Superarse,
andrea.araujo@superarse.edu.ec

Resumen Extendido de la Ponencia:

El impacto de la ganadería extensiva sobre los bosques y páramos de la parroquia Rumipamba, cantón Rumiñahui (Ecuador), a través del uso de imágenes satelitales Sentinel-2 y análisis estadísticos espaciales. El objetivo central es cuantificar los cambios en la cobertura y uso del suelo entre 2019 y 2024, identificando áreas de pastizales, bosques y páramos, así como evaluar la relación entre la expansión ganadera y la degradación de ecosistemas estratégicos.

La ganadería en el Ecuador y en el mundo ha tenido durante muchos años un papel clave en el desarrollo económico, seguridad alimentaria, y alivio de la pobreza. La producción ganadera contribuye aproximadamente un 40% de la producción agrícola sostiene la seguridad alimentaria de aproximadamente 60% de localidades rurales en países en desarrollo (Cordain et al., 2002; Pica-Ciamarra et al., 2011), incluyendo población infantil de bajos recursos. además de garantizar empleo a 150 millones de familias en todos los países y latitudes (FAO, 2021).

A pesar de las múltiples ventajas asociadas a la actividad ganadera, el aumento de la población esta expansión ha generado efectos ambientales considerables, entre ellos la reducción de la cobertura vegetal nativa, la compactación y degradación de los suelos y una notable disminución de la biodiversidad (FAO, s.f.). En el mundo, el sector ganadero genera un 18% más de gases de efecto invernadero que el sector transporte. En Ecuador, 4.5 millones de hectáreas están siendo usadas para pastos, esto sobrepasa las 3.1 millones de hectáreas de tierra apta para este uso (13% del territorio nacional) (Zambrano et al., 2021).

Estudios como los de Hofstede et al. (2015) y Buytaert et al. (2006), evidencian cómo el cambio de uso de suelo por actividades ganaderas puede reducir la capacidad de almacenamiento de agua y aumentar la vulnerabilidad a desastres como deslizamientos e inundaciones. Además de producir un desequilibrio y pérdida de biodiversidad en todos los ecosistemas, en especial los Amazónicos (Torres et al., 2022).

Debido al impacto que genera la ganadería en el Ecuador y el mundo, nuevas formas de manejo están siendo impulsada (Boval et al., 2017; Torres et al., 2022). Estas nuevas formas de ganadería sustentable tienen como objetivo promover los objetivos de desarrollo sustentable (Nalubwama et al., 2011) como, cero pobreza e igualdad de género (ODS 1 y 5) (Wurzinger, 2019; Zezza et al., 2016; Yasmin & Ikemoto, 2015), al generar fuentes de empleo a campesinos rurales en haciendas, de las cuales 23 a 47% son manejadas por mujeres en zonas Andinas, cero hambre (ODS 2) (Behera et al., 2019), buena salud y bienestar (ODS 3) (Jevtic et al., 2020), agua potable y sanidad (ODS 6) (Palhares et al., 2021), acción climática (ODS 13) (Torres et al., 2021) y vida de ecosistemas terrestres (ODS 15) (Chiriaco & Valentini, 2021). Impulsar estas nuevas formas de ganadería sustentable es esencial y puede lograrse a través del monitoreo remoto de la cobertura y uso del suelo, el cuál ha sido muy usado y efectivo para evaluar el impacto de la ganadería en ecosistemas naturales (Fernández-Habas et al., 2021).

Este monitoreo se puede conseguir a través de tecnologías de precisión, particularmente la teledetección, ha permitido realizar monitoreos detallados y periódicos del estado de la cobertura vegetal y detectar cambios en el uso del suelo a escala local y regional (Serrano et al., 2022). Esto no solo ayuda a evaluar el impacto ambiental de los pastos, sino también su productividad (Serrano et al., 2021). El uso de clasificadores no supervisados, y cálculo de índices de vegetación, como NDVI, derivado de imágenes multiespectrales, han sido usados para evaluar la salud de la vegetación y la intensidad de cambios relacionados con actividades antrópicas (Serrano et al., 2021; Serrano et al., 2024). El estudio realizado muestra que las mediciones indirectas del crecimiento, producción y forraje de pastos, a través de índices de vegetación como NDVI y NDWI que pueden ser usados para el manejo integral de pastizales

en la nutrición animal (Pearson et al., 2021). Son herramientas de bajo costo, alta resolución temporal (5 días) y una resolución espacial aceptable (10 a 20 metros) (Alanezi et al., 2022). Es conocido que los drones, o vehículos aéreos no tripulados (VANT), se han convertido en una herramienta ampliamente empleada para identificar transformaciones en el uso y la cobertura del suelo, así como para optimizar la gestión y el monitoreo de las actividades ganaderas (detección y conteo de animales, monitoreo animal a tiempo real, producción de leche, detección de enfermedades y comportamiento animal) (Monteiro et al., 2021).

La parroquia rural de Rumipamba, ubicada en el cantón Rumiñahui, posee una superficie aproximada de 40,5 km² (4050 hectáreas) y una población de 1.042 habitantes en el año 2020. El clima de la parroquia es templado, con temperaturas que oscilan entre los 5 y 25 °C y precipitaciones moderadas a lo largo del año. Su altitud varía entre los 2.500 y 3.200 metros sobre el nivel del mar, con pendientes pronunciadas que alcanzan entre el 30 % y el 50 %.

El estudio de la ganadería en esta zona es primordial no solo para cumplir los ODS sino también los objetivos estratégicos de la parroquia, entre los cuales están el promover y gestionar el manejo sustentable de los ecosistemas frágiles, para conseguirlo se busca disminuir la presión sobre los ecosistemas frágiles, disminuir la contaminación de los recursos hídricos y la contaminación de los páramos y fuentes hídricas.

- **Recolección y procesamiento de datos**

Se usaron imágenes multiespectrales Sentinel-2 (resolución 10-20 m) descargadas gratuitamente desde la plataforma Copernicus Open Access Hub. Se seleccionaron imágenes anuales entre junio-noviembre2019, junio-noviembre2022, y junio-noviembre2024 para un análisis comparativo temporal. Se usaron estos meses porque contienen la mayor cantidad de imágenes sin alta nubosidad. Se elaboraron mapas correspondientes a los índices NDVI y NDWI para cada año evaluado, junto con la cartografía de uso y cobertura del suelo.

Clasificación mediante árboles de decisión (Random forest)

Se crearon muestras de entrenamiento para cada cobertura (bosque, pasto, páramo, agrícola, arbusto, urbano) distribuidas alrededor de toda la imagen. Se entrenó el modelo usando todas las bandas con resolución de 10 metros – Banda 2, 3, 4, y 8. El Random Forest estima los valores correspondientes a cada variable, los organiza dentro de una estructura de árbol de decisión y, mediante criterios de selección como la entropía.

Se exportaron las coberturas clasificadas a archivos formato vector (.shp) para editarlas manualmente y revisar la clasificación. Para ello se creó una grilla guía de 1km por 1 km de superficie. Esto se realizó con el fin de verificar puntos críticos de cambio y confirmar la exactitud de la clasificación (muestreo dirigido y toma de fotografías georreferenciadas) a través de imágenes de mayor resolución obtenidas mediante imágenes Planet, Bing y Google.

La unidad espacial mínima de análisis es la grilla, se utilizó esta cobertura ya que su área de análisis es menor a la de un sector censal, por lo que el análisis es más detallado. Se incorpora el modelo espacio temporal multivariable jerárquico bayesiano con las siguientes ecuaciones: $y_{f_{it}} \sim \text{Beta}(u_{f_{it}}, \phi_1)$, $y_{p_{it}} \sim \text{Beta}(u_{p_{it}}, \phi_2)$

Donde $y_{f_{it}}$ y $y_{p_{it}}$ representan el porcentaje de bosque y páramos respectivamente, en el cuadrante de la grilla i , y año j . Con las siguientes ecuaciones: $\text{logit}(u_{f_{it}}) = \beta_{f_0} + \beta_{f_1}\text{grass}_{it} + \beta_{f_1}\text{NDVI}_{it} + \beta_{f_2}\text{NDWI}_{it} + u_{f_i} + v_{f_t}$, $\text{logit}(u_{p_{it}}) = \beta_{p_0} + \beta_{p_1}\text{grass}_{it} + \beta_{p_1}\text{NDVI}_{it} + \beta_{p_2}\text{NDWI}_{it} + u_{p_i} + v_{p_t}$

Los datos obtenidos mediante la interpretación sobre el uso y cobertura del suelo de Rumipamba años 2019, 2022 y 2024 muestra la Clasificación depurada para cada uno de los años de análisis.

El índice de vegetación NDVI para los años 2019, 2022 y 2024 adicionalmente los datos del índice de contenido de agua NDWI para los años 2019, 2022 y 2024 muestran los mapas de NDVI y NDWI respectivamente para cada uno de los años de análisis. Los valores de NDVI varían desde -1 a 1, los valores que más se acercan a 1 son aquellos que presentan vegetación más vigorosa, mientras los valores que se acercan más a -1 son aquellos como cuerpos de agua, rocas o suelo desnudo. En cuanto a NDWI los valores entre 0 a 1 indican un aumento en el contenido de agua o humedad, mientras que valores menores a cero

indican un bajo contenido de humedad en la vegetación y/o suelo.

En la Tabla 1 y Figura 1 se observa un incremento en la Cobertura de pastos desde del 2019 al 2024. Existe un incremento en el año 2022 de cobertura de pastos, con un ligero de crecimiento en el año 2024.

Tabla 1. Cambios de Uso y Cobertura del Suelo en Rumipamba

Cobertura	Área 2019 (km2)	Área 2022(km2)	Área 2024(km2)
Páramo	12.08904	12.384455	12.45843
Bosque	12.49874	11.192261	12.44769
Agrícola	0.508473	0.3105672	0.591823
Pasto	15.26565	17.873622	16.24611
Urbano	0.136989	0.1504484	0.297108
Otros	1.609062	0.1966097	0.066799
Total	42.10796	42.107964	42.10796

Fuente: Araujo (2025).

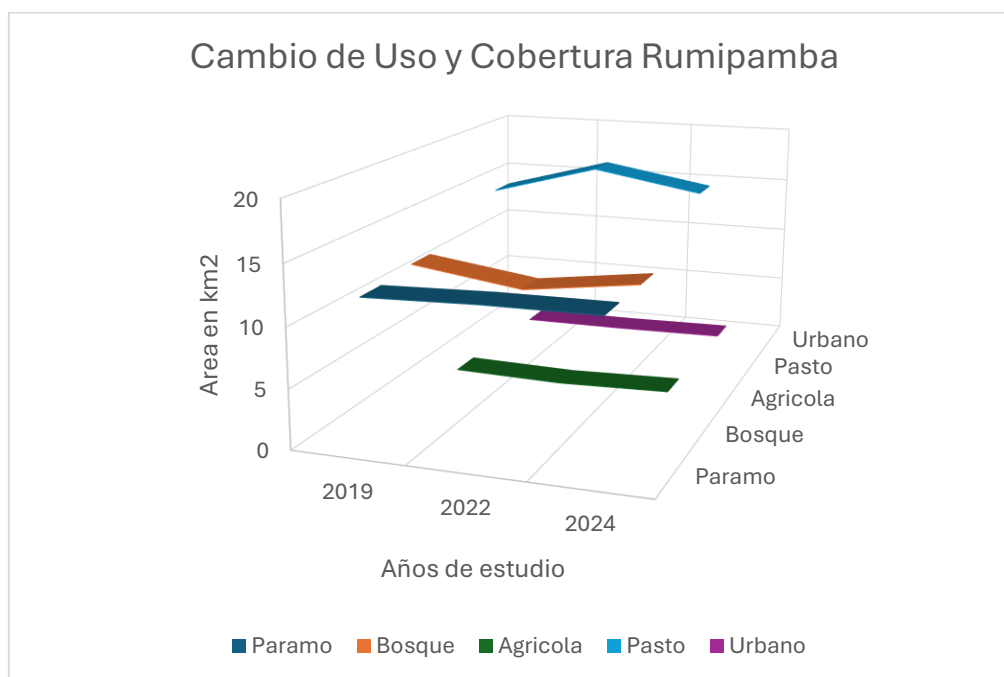


Figura 1. Cambios Temporales en el Uso y Cobertura del suelo en Rumipamba

Estos primeros resultados sugieren una relación entre los cambios de cobertura de pasto y los cambios de cobertura de bosque. Respecto a otras coberturas, como la agrícola, se observa una ligera disminución en 2022, seguida de un aumento más significativo en 2024. De igual manera, la superficie

correspondiente a áreas urbanas muestra una tendencia sostenida de crecimiento a lo largo del período comprendido entre 2019 y 2024.

Los resultados demuestran que la ganadería extensiva ejerce una influencia significativa y medible sobre la dinámica de los ecosistemas de bosques y páramos en la parroquia Rumipamba. El análisis espacio-temporal reveló que los incrementos en la cobertura de pastizales están fuertemente y negativamente asociados con las áreas de bosque y páramo, lo que confirma la hipótesis de que la expansión de pastizales impulsa la degradación de los ecosistemas nativos. Específicamente, un aumento del 1 % en el área de pastizales se traduce en una disminución del 10,43 % en la cobertura de bosque y una reducción del 12,17 % en la extensión de páramo.

Bibliografía

- Cordain, L., Eaton, S. B., Miller, J. B., Mann, N., & Hill, K. (2002). The paradoxical nature of hunter-gatherer diets: Meat-based, yet non-atherogenic. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56(S1), S42–S52.
- Pica-Ciamarra, U., Tasciotti, L., Otte, J., & Zezza, A. (2011). Livestock assets, livestock income and rural households: Cross-country evidence from household surveys.
- FAO. (s.f.). El estado mundial de la agricultura y la alimentación: Progresos en la lucha contra la pérdida y producción animal.
<http://www.fao.org/animalproduction/en/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (n.d.). La ganadería y el medio ambiente. <http://www.fao.org/livestock-environment/es#:~:text=La%20ganader%C3%ADa%20es%20un%20factor,pobreza%20y%20el%20crecimiento%20econ%C3%B3mico>
- Zambrano, C. A. C., Solórzano, L. J. Z., Vargas, D. M. P., & Gómez, S. G. C. (2021). Impactos ambientales generados por la ganadería en la provincia de Santo Domingo de Tsáchilas. *UNESUM-Cienc Rev Científica Multidiscip*, 5(2), 69–78.
- Hofstede, F. H. A. G. J. (n.d.). Modelling farmer decision-making: The case of

the Dutch pork sector.

- Buytaert, W., Céleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., et al. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79(1–2), 53–72.
- Torres, B., Andrade, V., Heredia-R, M., Toulkeridis, T., Estupiñán, K., Luna, M., et al. (2022). Productive livestock characterization and recommendations for good practices focused on the achievement of the SDGs in the Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, 14(17), 10738.
- Boval, M., Angeon, V., & Rudel, T. (2017). Tropical grasslands: A pivotal place for a more multi-functional agriculture. *Ambio*, 46, 48–56.
- Torres, B., Cayambe, J., Paz, S., Ayerve, K., Heredia-R, M., Torres, E., et al. (2022). Livelihood capitals, income inequality, and the perception of climate change: A case study of small-scale cattle farmers in the Ecuadorian Andes. *Sustainability*, 14(9), 5028.
- Nalubwama, S. M., Mugisha, A., & Vaarst, M. (2011). Organic livestock production in Uganda: Potentials, challenges and prospects. *Tropical Animal Health and Production*, 43, 749–757.
- Wurzinger, M. (2019). Sustainable development of livestock production: What and how can research contribute? In L. Gutiérrez, R. McKenna, R. Niznikowski, & M. Wurzinger (Eds.), *Advances in fibre production science South American camelids fibre animals* (Vol. 15).
- Zeza, A., Pica-Ciamarra, U., Mugera, H., Mwisomba, T., & Okello, P. (2016). Measuring the role of livestock in the household economy: A guidebook for designing household survey questionnaires. World Bank.
- Yasmin, S., & Ikemoto, Y. (2015). Women's participation in small-scale dairy farming for poverty reduction in Bangladesh. *American International Journal of Social Science*, 4(5), 21–33.
- Behera, B. K., & Rout, P. K. (2019). Sustainable livestock farming for zero hunger. *Move Zero Hunger*, 141–159.

- Jevtic, M., Belic, B., & Glavas–Trbic, D. (2020). One health approach in traditional milk production as a part of steps towards SDGs. *European Journal of Sustainable Development*, 9(1), 263–263.
- Palhares, J. C. P., Morelli, M., & Novelli, T. I. (2021). Water footprint of a tropical beef cattle production system: The impact of individual-animal and feed management. *Advances in Water Resources*, 149, 103853.
- Torres, B., Eche, D., Torres, Y., Bravo, C., Velasco, C., & García, A. (2021). Identification and assessment of livestock best management practices (BMPs) using the REDD+ approach in the Ecuadorian Amazon. *Agronomy*, 11(7), 1336.
- Chiriaco, M. V., & Valentini, R. (2021). A land-based approach for climate change mitigation in the livestock sector. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124622.
- Fernández-Habas, J., Moreno, A. M. G., Hidalgo-Fernández, M. T., Leal-Murillo, J. R., Oar, B. A., Gómez-Giráldez, P. J., et al. (2021). Investigating the potential of Sentinel-2 configuration to predict the quality of Mediterranean permanent grasslands in open woodlands. *Science of the Total Environment*, 791, 148101.
- Serrano, J., Roma, L., Shahidian, S., Belo, A. D., Carreira, E., & Paniagua, L. L., et al. (2022). A technological approach to support extensive livestock management in the Portuguese Montado ecosystem. *Agronomy*, 12(5), 1212.
- Serrano, J., Shahidian, S., Paixão, L., Marques da Silva, J., Morais, T., & Teixeira, R., et al. (2021). Spatiotemporal patterns of pasture quality based on NDVI time-series in Mediterranean Montado ecosystem. *Remote Sensing*, 13(19), 3820.
- Serrano, J., Shahidian, S., Paixão, L., Marques da Silva, J., & Paniagua, L. L. (2024). Pasture quality assessment through NDVI obtained by remote sensing: A validation study in the Mediterranean silvo-pastoral ecosystem. *Agriculture*, 14(8), 1350.

Pearson, C., Filippi, P., & González, L. A. (2021). The relationship between satellite-derived vegetation indices and live weight changes of beef cattle in extensive grazing conditions. *Remote Sensing*, 13(20), 4132.

Alanezi, M. A., Shahriar, M. S., Hasan, M. B., Ahmed, S., Sha'aban, Y. A., & Bouchekara, H. R. (2022). Livestock management with unmanned aerial vehicles: A review. *IEEE Access*, 10, 45001–45028.

Monteiro, A., Santos, S., & Gonçalves, P. (2021). Precision agriculture for crop and livestock farming—Brief review. *Animals*, 11(8), 2345.

Datos sobre el Autor	
Nombre completo	PhD. Andrea Lucía Araujo Navas
Título de la ponencia / conferencia	Impacto de la ganadería extensiva en los bosques y páramos de la parroquia Rumipamba a través de imágenes satelitales y estadísticas espaciales
Cargo y área de experticia	Especialista en Geografía de la Salud y en el análisis de estadísticas espaciales, con más de diez años de experiencia en el estudio de la relación entre el entorno geográfico, la salud y el medio ambiente.
Reseña profesional	Investigadora con sólida trayectoria en geoestadística y geo-salud, con dominio de herramientas avanzadas para el análisis geoespacial como ArcGIS, QGIS, R y Python. Ha liderado y participado en proyectos de alcance internacional en los ámbitos de la salud pública, el medio ambiente y el ordenamiento territorial, aportando enfoques metodológicos innovadores para la toma de decisiones basadas en evidencia espacial.
Afiliación institucional	Investigadora del Instituto Superior Tecnológico Superarse

QGIS + IA GRANULOMETRÍA MINA MIRADOR DE ECUACORRIENTE S.A.

Jean Darío Pardo Rodríguez, ECSA – Ecuacorriente,
jean.pardo@ecuacorriente.com.ec / jeandariopardo@gmail.com

Resumen de Ponencia

El proyecto del Depósito de Relaves de la Mina Mirador, operado por Ecuacorriente S.A. en Tundayme, Cantón El Pangui, provincia de Zamora Chinchipe; representa uno de los desafíos más relevantes en la ingeniería geotécnica moderna en el Ecuador. La estabilidad de esta infraestructura depende de manera crítica del Sistema de Drenajes, un componente fundamental encargado de captar, conducir y evacuar el agua infiltrada dentro del macizo de relaves producidos por la mina.

El control de los depósitos de relaves previene procesos de inestabilidad y fallas estructurales, y forma parte de uno de los pilares de la seguridad operativa de una presa de alta responsabilidad ambiental y social. La eficiencia del material drenante aplicado específicamente el correspondiente a la Zona 6 de la Mina Mirador, adquiere un rol determinante debido a que su correcto desempeño hidráulico asegura que el flujo de agua circule de manera óptima y mantenga la permeabilidad requerida.

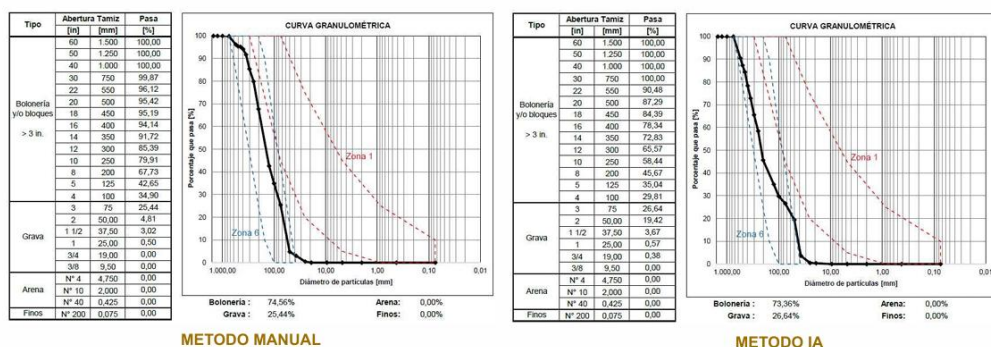
La caracterización granulométrica del material drenante presenta uno de los retos más altos a nivel técnico debido a la presencia de rocas de gran tamaño las mismas que no se pueden analizar con la aplicación de métodos tradicionales utilizados en obras civiles. El análisis basado en la norma ASTM D6913 la cual establece un método de ensayo para determinar la distribución granulométrica de suelos mediante análisis por tamizado seco; el método expuesto es ampliamente aceptado para materiales finos y medianos dado que resulta físicamente inviable para partículas de gran dimensión como las empleadas en esta zona crítica del sistema. Esta limitación generaba incertidumbre técnica y

retrasos en la validación del material, afectando directamente la continuidad del proyecto. En respuesta frente al presente escenario se evidencia la necesidad de aplicar un método alternativo que proporcione precisión, rapidez y confiabilidad sin comprometer los criterios geotécnicos establecidos por el diseño propuesto.

La solución se argumenta mediante implementación un nuevo enfoque tecnológico innovador que utiliza herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) con Inteligencia Artificial (IA), aplicando de manera complementaria la metodología de análisis establecida en la norma GFI (Geometric Feature Identification) / (ISO 13322-1), la cual es una norma internacional para analizar el tamaño y la forma mediante el procesamiento digital de imágenes. La presente norma es originalmente orientada al análisis de lo permitió desarrollar un flujo digital capaz de caracterizar materiales pétreos de gran tamaño con un alto nivel de detalle. El proceso inicia con la adecuada colocación y exposición del material drenante, posteriormente se realiza la captura y procesamiento de imágenes con el software QGIS. Después se activa un plugin especializado basado en IA y el Plugin GFI para la identificación de los contornos y segmentación de cada partícula para determinar sus dimensiones críticas para generar una cuantificación precisa de la granulometría.

Este modelo digital genera la curva granulométrica requerida lo que transforma significativamente la dinámica del control de calidad en campo. La obtención de los resultados inmediatos permite al equipo geotécnico verificar si el material cumple con el rango granulométrico exigido por el diseño de drenaje. La herramienta genera información confiable para la toma de decisiones que comprometen la seguridad de la presa, mediante la incorporación de datos a los modelos de estabilidad y a los informes de comportamiento estructural se proporciona mayor oportunidad y exactitud. Más allá de los beneficios operativos, la implementación de IA y SIG posiciona al proyecto como un referente de innovación tecnológica en el ámbito minero y geotécnico. Este enfoque demuestra que la transformación digital no solo es una tendencia, sino un recurso indispensable para resolver desafíos complejos asociados al análisis de materiales no convencionales.

La experiencia de la Mina Mirador evidencia que la integración de tecnologías avanzadas puede elevar los estándares de seguridad, trazabilidad y eficiencia en proyectos de gran escala, ofreciendo un modelo replicable para otras operaciones extractivas y para futuras investigaciones científicas en el campo de la ingeniería civil. De esta forma, el proyecto consolida una contribución significativa tanto para la práctica profesional como para el desarrollo tecnológico del sector.



Los resultados muestran una mejora del método tradicional de análisis granulométrico, donde la integración de QGIS con Inteligencia Artificial optimiza los tiempos, la precisión y la confiabilidad del proceso. El procedimiento manual requiere en promedio 2,5 horas por imagen, con alta subjetividad y dependencia de criterio, el método basado en IA reduce el tiempo a 30 minutos por imagen, incluyendo la revisión, garantizando una segmentación precisa.

La automatización permite el cálculo de áreas y diámetros, la eliminación consistente de fragmentos menores a 4 pulgadas y la exportación directa de resultados a Excel. Los resultados confirman que el enfoque digital con IA supera las limitaciones operativas del método manual, fortalece el control de calidad del material drenante, aportando información técnica confiable y oportuna para la toma de decisiones geotécnicas críticas en el Depósito de Relaves de la Mina Mirador.

Campo	Descripción
Nombre completo	Jean Darío Pardo Rodríguez
Título de la ponencia / conferencia	QGIS + IA en el proceso de granulometría
Cargo y área de experticia	Ingeniero en Geología y maestrante en Geotecnia Aplicada, con experiencia en laboratorio de suelos, control de presas de relaves, modelamiento 3D y sistemas de información geográfica (SIG).
Reseña profesional	Profesional con formación en geología y especialización en geotecnia aplicada, con sólida experiencia en el análisis granulométrico, gestión de depósitos de relaves y aplicación de herramientas geoespaciales y de inteligencia artificial. Actualmente forma parte del equipo de Gestión de Depósitos de Relaves de Ecuacorriente S.A., aportando enfoques técnicos e innovadores para el análisis y control de infraestructuras mineras.
Afiliación institucional	Ecuacorriente S.A.

OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN PROCESOS TOPOGRÁFICOS DE FISCALIZACIÓN PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE PROYECTOS VIALES E INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

Crespo Bravo Jorge Oswaldo, Prefectura de Pichincha – Coordinador de Control de Calidad de Topografía, jorgecrespobravo@gmail.com

Resumen de Ponencia

La topografía constituye una herramienta utilizada en todas las fases de los proyectos de infraestructura, el área de topografía se desarrolla e implementa desde la planificación inicial hasta el control final en los procesos topográficos de fiscalización. La finalidad se enfoca en proporcionar información precisa, verificable y confiable sobre la configuración del terreno, garantizando la correcta implantación métrica de los elementos constructivos. Esta manera se asegura el cumplimiento del diseño y de las especificaciones técnicas, convirtiéndose en un parámetro indispensable para la calidad de la obra.

Acorde al ámbito de fiscalización, la topografía una función importante en el control técnico del proyecto dado que sus responsabilidades comprenden establecer, verificar, asegurar, documentar y respaldar cada proceso asociado a la ejecución. Establecer el presente enfoque se puede obtener una supervisión detallada la cual minimiza errores y fortalece la trazabilidad de las actividades constructivas. La fiscalización topográfica establece una base de comunicación técnica entre contratista y fiscalizador acorde a la sustentación de datos objetivos contribuyendo al mejoramiento de la toma de decisiones y a prevenir discrepancias o problemas derivados de interpretaciones incorrectas.

El proceso de fiscalización topográfica comienza mediante la implantación de la obra que consiste en trasladar el diseño del plano al ámbito real aplicado en el terreno designado, posteriormente se realiza el control de seguimientos continuo de los avances respectivos seguido de la verificación dimensional y la detección

temprana de inconformidades. Estas acciones permiten corregir desviaciones y problemas a tiempo, evitando sobre costos, retrasos y riesgos estructurales en el proyecto.

Uno de los principales problemas en la fiscalización la ineficiencia de los recursos topográficos, la planificación, el uso de tecnologías y la gestión de equipos de control. La falta de optimización produce aumento de costos operativos y provoca repetir procesos innecesarios que consumen tiempo y reducen la productividad de los equipos de trabajo.

Para la mejora del proceso requiere una planificación estratégica de los levantamientos topográficos lo que implica definir los objetivos de control, analizar el entorno, gestionar recursos disponibles y establecer cronogramas realistas mediante una evaluación de riesgos. Con la implementación de estos parámetros se optimiza el tiempo de intervención y se garantiza un mejor aprovechamiento de los recursos.

El conocimiento de procedimientos, metodologías y estándares de mantiene la integridad técnica del proceso. La formación en seguridad laboral y en habilidades blandas fortalece el desempeño operativo y mejora la coordinación en campo facilita la toma de decisiones en situaciones críticas contribuyendo a disminuir incidentes laborales y a mejorar el clima organizacional. Mediante la incorporación de software de modelado y análisis, sensores LIDAR y receptores GNSS de alta precisión, se obtiene datos fiables potenciando la capacidad de control para la generación de modelos tridimensionales que mejoran la visualización y comprensión del proyecto, se disminuye la dependencia de métodos tradicionales y optimizan los recursos.

La fiscalización topográfica es una necesidad estratégica en la cual mediante una correcta gestión de recursos y uso eficiente de tecnologías se redefine la fiscalización como un proceso integral que recolecta y valida datos garantizando eficiencia en la ejecución de proyectos de infraestructura. Incorporar esta sostenibilidad contribuye a prolongar el uso de equipos y disminuir el impacto ambiental.

Campo	Descripción
Nombre completo	Crespo Bravo Jorge Oswaldo
Título de la ponencia / conferencia	Optimización de recursos en procesos topográficos de fiscalización para la gestión eficiente de proyectos viales e infraestructura pública
Cargo y área de experticia	Coordinador de Control de Calidad, con experiencia en la supervisión, control y optimización de procesos técnicos aplicados a proyectos viales y de infraestructura pública.
Reseña profesional	Profesional con trayectoria en el control de calidad y fiscalización de proyectos de infraestructura, enfocado en la optimización de recursos y en la aplicación de procesos topográficos para asegurar la eficiencia, calidad y cumplimiento normativo en obras viales y proyectos de carácter público.
Afiliación institucional	Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha

MANEJO DE CATASTRO MINERO Y USO PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS GAD'S CANTONALES Y/O PARROQUIALES

Flavio Edison Granizo Rodríguez, Presidente – Asociación de Ingenieros de Minas del Ecuador (AIME), residencia@aimecuador.org / secretaria@aimecuador.org

Resumen de Ponencia

La minería comprende la exploración, extracción y aprovechamiento técnico de los recursos minerales presentes en el subsuelo para la obtención de los recursos se aplican procesos industriales, las diferentes actividades de explotación se ejecutan en distintos sistemas sean subterráneos, cielo abierto y aluvial, la selección del sistema más óptimo dependientemente del caso se basa en las características geológicas y económicas de cada yacimiento o concesión minera. La diversidad metodológica en estos procesos evidencia la complejidad operativa del sector y su aplicación para el desarrollo productivo.

La transición energética en la minería adquiere un rol fundamental para desarrollar de manera correcta los objetivos de sostenibilidad y descarbonización, para la implementación de tecnologías limpias en el área energética y los sistemas de almacenamiento se requieren el uso de minerales como litio, cobre, níquel, cobalto. La Agencia Internacional de Energía (IEA) proyecta un incremento en la demanda de litio será mayor en comparación con la de cobre y el níquel duplicando o triplicando su demanda.

Se identifica la necesidad de nuevas explotaciones mineras posicionando a Ecuador como una región estratégica por su riqueza geológica y potencial de reservas. La disponibilidad de estos minerales críticos son posibles fuentes de abastecimiento para una posible transición energética que pueda llegar a ocurrir.

La minería es uno de los principales ejes económicos y áreas para la aplicación de nuevas innovaciones a través de modelos de producción responsable, trazabilidad y sostenibilidad ambiental.

El Catastro Minero es la herramienta técnica con mayor relevancia para la administración del sector minero debido que se trata de una base de datos georreferenciada que integra concesiones, solicitudes y áreas mineras disponibles, administrada por la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM).

El catastro minero facilita la planificación y fiscalización de las actividades extractivas para garantizar la transparencia de los derechos mineros. El marco normativo que regula la relación entre minería y territorio constituye la ley orgánica de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo conocido por sus siglas (LOOTUGS) y en el código orgánico de organización territorial, autonomía y descentralización (COOTAD).

Estas normativas proporcionan a los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) la planificación y ordenamiento territorial, para mantener un equilibrio de las actividades mineras con la agricultura, la gestión ambiental.

El Catastro Minero es un instrumento fundamental e indispensable para los Gobiernos Autónomos Descentralizados, cantonales y parroquiales, debido que fortalecen la toma de decisiones informadas y garantizan los procesos de planificación con la participación social.

Campo	Descripción
Nombre completo	Flavio Edison Granizo Rodríguez
Título de la ponencia / conferencia	Manejo de catastro minero y su uso para el ordenamiento territorial de los gobiernos cantonales y/o parroquiales
Cargo y área de experticia	Presidente de la Asociación de Ingenieros de Minas del Ecuador (AIME), consultor y auditor minero, con amplia experiencia en gestión del catastro minero y su aplicación en procesos de ordenamiento territorial.
Reseña profesional	Profesional con destacada trayectoria en el ámbito minero, especializado en consultoría y auditoría minera. Ha participado en procesos de gestión, análisis y control del catastro minero, aportando criterios técnicos para la planificación territorial y la toma de decisiones en los gobiernos locales, tanto a nivel cantonal como parroquial.
Afiliación institucional	Asociación de Ingenieros de Minas del Ecuador (AIME)

LINEAMIENTOS PARA CONSERVAR LA PRECISIÓN DE LOS EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA

Lopez Medina Luis Eduardo, GeoElectronic, geoelectronica@gmail.com

Resumen de Ponencia

La precisión en los equipos topográficos es fundamental garantizar mediciones confiables y resultados consistentes en trabajos de campo. La precisión depende del ajuste instrumentales y correcciones sistemáticas que disminuyen el rango de error que se produce en los resultados geométricos acorde a los datos obtenidos. La calibración y verificación de los equipos es determinante para la validez del levantamiento geodésico o topográfico.

El compensador es un instrumento que se utiliza para asegurar la estabilidad de las mediciones, el presente instrumento es un mecanismo interno encargado de corregir automáticamente pequeñas inclinaciones producidas durante el levantamiento geodésico. Su implementación evita errores sistemáticos en la nivelación permitiendo que el eje de colimación mantenga la horizontalidad requerida durante la observación. Este proceso se complementa con las correcciones de colimación horizontal y vertical, necesarias para garantizar que la retícula del anteojo esté perfectamente alineada con el eje óptico del aparato. Dicho ajuste elimina desviaciones en la puntería, asegurando que la línea de visión corresponda exactamente con el punto observado.

Para posicionar de manera correcta el equipo sobre un punto de control en el terreno es necesario realizar plomadas ópticas o láser, las cuales permiten verificar que el instrumento se encuentre alineado con la referencia física del suelo o superficie. La proyección del eje principal del instrumento debe de coincidir con el punto geodésico para evitar errores en la ubicación espacial del instrumento. La verificación de la verticalidad del plano y del instrumento garantiza que no introduzcan sesgos en las mediciones angulares. Las mediciones electrónicas de distancia por sus siglas (EDM), la alineación de los

haces infrarrojos o láser es fundamental para dirigir el rayo al objetivo de forma precisa. El alto grado de sensibilidad del instrumento con los parámetros atmosféricos se produce por la velocidad de propagación de la luz varía con la presión y la temperatura del aire.

El sistema de coordenadas y accesorios utilizados en el levantamiento se trabaja en el sistema de proyección cartográfica: UTM (Universal Transverse Mercator). El presente sistema es imprescindible para garantizar las mediciones de terreno y la proyección cartográfica. Debe considerarse la constante del prisma la misma que compensa el desfase producido del rayo de luz atravesando el material del reflector, evitando errores en las distancias.

La elección del sistema de coordenadas más adecuado depende directamente de la entidad que solicita o desarrolla el trabajo, ya que cada institución establece lineamientos técnicos específicos según sus necesidades. Pueden usarse sistemas UTM referidos WGS84, como las zonas 7S, 17N, 18S y 18N, donde se utiliza la elipsoide WGS84; así como sistemas UTM basados en PSAD56 para las zonas 17S, 17N, 18S y 18N, los cuales emplean la elipsoide Internacional y requieren la aplicación de una transformación de Helmert de siete parámetros. El sistema TMQ, utilizado por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, que cuenta con parámetros específicos como un meridiano central de $78^{\circ}30'00''$ oeste, un origen de latitud en $0^{\circ}00'00''$ norte, un falso norte de 10 000 000, un falso este de 500 000, un factor de escala de 1,0004584 y la elipsoide WGS84.

Al realizar un control integral que abarque la inclinación del instrumento, la alineación óptica interna, la influencia atmosférica y las compensaciones geométricas correspondientes, es posible mantener la máxima precisión en cualquier levantamiento topográfico. Este conjunto de directrices garantiza no solo la fiabilidad de las mediciones, sino también la calidad técnica de los productos cartográficos generados.

Campo	Descripción
Nombre completo	López Medina Luis Eduardo
Título de la ponencia / conferencia	Lineamientos para conservar la precisión de los equipos de topografía
Cargo y área de experticia	Técnico especializado en equipos de topografía y geodesia, con experiencia en calibración, mantenimiento y control de precisión de instrumentos topográficos.
Reseña profesional	Profesional con sólida formación técnica en topografía y geodesia, enfocado en la correcta operación, verificación y conservación de la precisión de los equipos topográficos. Su experiencia se orienta a la implementación de lineamientos técnicos que garantizan la confiabilidad de las mediciones en proyectos de ingeniería y levantamientos geoespaciales.
Afiliación institucional	Geo Electrónica

**BUENAS PRÁCTICAS PROFESIONALES EN TOPOGRAFÍA Y
GEOMENSURA: NORMAS INTERNACIONALES, CERTIFICACIÓN Y
RESPONSABILIDAD EN LA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA
CONSTRUCCIÓN E INFRAESTRUCTURA EN ECUADOR**

Diego Rubén Tana Verdezoto, Presidente – Colegio de Topógrafos,
diegotanav@gmail.com

Resumen de Ponencia

El emplazamiento y georreferenciación en la construcción de un Catastro Multifinalitario se fundamenta en la transformación adecuada de coordenadas topográficas a sistemas proyectados es clave para un catastro preciso. La falta de homologación genera errores y distorsiones en la representación territorial. Esto afecta la planificación urbana, la gestión de propiedades y decisiones ambientales. El planteamiento como lineamiento fundamental que toda generación de información geográfica obtenida mediante métodos topográficos esté obligatoriamente acompañada de una memoria técnica que documente los procedimientos aplicados, las metodologías de levantamiento, los sistemas de referencia utilizados, las transformaciones ejecutadas y los mecanismos de validación. La obtención y aseguramiento de trazabilidad, transparencia de la información geoespacial producida aporta fortaleciendo la base técnica que sustenta el catastro y asegurando que los datos generados sean útiles y confiables para múltiples usos institucionales y científicos.

El enfoque actual se fundamenta el uso de buenas prácticas profesionales, orientadas por normas y criterios de responsabilidad técnica, donde la aplicación rigurosa de procedimientos metodológicos y técnicos es indispensable para garantizar la precisión, confiabilidad y validez de los levantamientos y análisis geoespaciales. La responsabilidad técnica en los procesos topográficos implica realizar cada fase con rigurosidad metodológica y criterios verificables. El levantamiento recopila información detallada del terreno con precisión, para obtener datos que servirán como sustento para proyectos de diseño y que

posteriormente serán presentados en documentos con fines técnicos. El replanteo se basa en trasladar al terreno los elementos previamente diseñados, asegurando que la ejecución se ajuste a los planos y especificaciones establecidas.

La condición de la información topográfica como base fundamental para estudios, diseños civiles, vías y catastro, se enfoca en que todos los datos generados mediante diferentes métodos de levantamiento deben ser verificados, validados y contrastados. La información espacial debe cumplir estándares de calidad y trazabilidad que aseguren su confiabilidad para la toma de decisiones y desarrollo de proyectos de diversa escala. Se garantiza que los resultados reflejen la realidad del terreno con exactitud, reduciendo riesgos, optimizando recursos y fortaleciendo la precisión en los procesos de diseño y ejecución de obras de infraestructura.

En el desarrollo de proyectos de ingeniería se distinguen dos componentes fundamentales dentro del ámbito espacial: el componente geodésico y el componente topográfico. Los componentes geodésicos se aplican a trabajos en grandes extensiones territoriales, definiendo la forma y dimensiones de la Tierra para garantizar coherencia y continuidad espacial en diferentes sectores. El componente topográfico se enfoca en proyectos puntuales y de menor escala, donde se requiere un mayor nivel de detalle para la recopilación de datos precisos del terreno, utilizados principalmente en obras específicas de infraestructura, diseño civil y construcción.

El marco de referencia basado en el uso de cartografía oficial establece que, en el Ecuador, todos los trabajos topográficos deben estar vinculados y sustentados en la Red Geodésica Nacional. El lineamiento legal y normativo garantiza que la información generada mantenga homogeneidad, precisión y validez técnica dentro del territorio, evitando inconsistencias y asegurando que los datos espaciales producidos puedan ser comparables, interoperables y confiables para aplicaciones en catastro, planificación, diseño de infraestructura y desarrollo territorial.

Campo	Descripción
Nombre completo	Geom. Diego Rubén Tana Verdezoto
Título de la ponencia / conferencia	Buenas prácticas profesionales en topografía y geomensura: normas internacionales, certificación y responsabilidad en la generación de información para la construcción e infraestructura en Ecuador
Cargo y área de experticia	Presidente del Colegio de Geomensores y Topógrafos Profesionales del Ecuador y perito geomensor, con amplia experiencia en el ejercicio profesional de la topografía y la geomensura a nivel nacional.
Reseña profesional	Profesional de reconocida trayectoria en el ámbito de la topografía y la geomensura en el Ecuador. Actualmente preside el Colegio de Geomensores y Topógrafos Profesionales del Ecuador y se desempeña como perito geomensor. Su labor se ha orientado al fortalecimiento de las buenas prácticas profesionales, la aplicación de normas internacionales, la responsabilidad ética en la generación de información geoespacial, destacando su impacto en los procesos de construcción, infraestructura y desarrollo del país.
Afiliación institucional	Colegio de Geomensores y Topógrafos Profesionales del Ecuador

CONCLUSIONES DEL CONGRESO

Eje Innovación Tecnológica En Topografía Y Minería Para El Desarrollo Sostenible

- El II Congreso de Topografía, Minería y Expo Feria 2025 tuvo una excelente acogida, con la amplia participación de estudiantes, docentes, profesionales, investigadores y representantes del sector productivo, consolidando un espacio de divulgación científica.
- Las investigaciones y ponencias presentadas demuestran las aportaciones científicas en el área de la topografía y minería constituyendo un factor clave para mejorar la eficiencia operativa, recursos y reducir impactos ambientales.
- Se desarrollo el fortalecimiento de los vínculos entre academia y empresas, lo que resulta fundamental para la transferencia de conocimiento y generación de soluciones pertinentes a las necesidades reales del territorio.

Eje Seguridad Y Prevención De Riesgos Laborales En Operaciones Topográficas Y Mineras

- Se evidenció la necesidad de consolidar una cultura preventiva en las operaciones topográficas y mineras.
- La importancia de la capacitación recurrente, el cumplimiento normativo y la implementación de buenas prácticas se evidencian como estrategias fundamentales para la reducción de accidentes laborales y la protección de los trabajadores.
- La formación académica y profesional debe integrar de manera sistemática contenidos relacionados con la seguridad industrial y la prevención de riesgos.

Eje Gestión Integral De Relaves En Minería A Gran Escala

- Las ponencias desarrolladas determinan el nivel de importancia de la gestión de relaves dado que es uno de los principales desafíos en la minería, requiriendo soluciones innovadoras viables y ambientalmente

responsables.

- Se reconoce la necesidad de incorporar criterios de sostenibilidad, seguridad y responsabilidad social en el diseño, operación y monitoreo de depósitos de relaves, priorizando la protección de las comunidades y del entorno natural.
- El rol de la investigación aplicada de vital importancia para el desarrollo de nuevas metodologías dado que minimiza riesgos y optimiza la gestión de estos pasivos ambientales.

Eje Catastro Minero Y Minería En Pequeña Escala

- Se concluye que el uso de herramientas catastrales y de ordenamiento territorial es fundamental para la formalización de la minería en pequeña escala.
- La articulación interinstitucional y el uso de tecnologías geoespaciales fortalecen los procesos de control, planificación y toma de decisiones en el territorio.

Eje Situación Catastral Urbana Y Planificación Territorial

- El Congreso evidenció la importancia del catastro urbano como herramienta para la planificación, el desarrollo urbano ordenado y la gestión municipal eficiente.
- Se identifica la importancia del aporte técnico en topografía en la generación de información para la toma de decisiones, y la optimización de recursos.
- La actualización permanente de la información catastral, apoyada en tecnologías modernas, es esencial para responder a las dinámicas urbanas y territoriales actuales.

Eje Ética, Responsabilidad Y Optimización De Recursos En Topografía Y Minería

- Se concluye que el ejercicio profesional en topografía y minería debe estar sustentado en principios éticos y la responsabilidad social.
- La optimización de recursos, la transparencia en los procesos y el

cumplimiento del marco legal son elementos esenciales para la sostenibilidad del sector.

- La formación académica cumple un papel determinante en la construcción de profesionales íntegros, conscientes de su impacto técnico, social y ambiental en el desarrollo del país.

FOTOS DEL DESARROLLO DEL CONGRESO



Certificaciones a los diferentes ponentes



Ponentes del Congreso



Conferencias del Congreso



Cierre del Congreso