

VIII CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE INVESTIGACIÓN

REDU

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

# Generación de mapas digitales en 2 y 3D como herramientas imprescindibles para el trabajo geológico y minero Caso de estudio: India

<sup>1</sup>Vanessa Díaz Quishpe

<sup>1</sup>Alejandro Reyes Analuisa

<sup>1</sup>Cynthia Saltos García

<sup>1</sup>Christian Mejía Escobar

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental. Universidad Central del Ecuador

Organiza:



Con el apoyo de:



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos

- Introducción
- Aporte
- Objetivo
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones

Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador



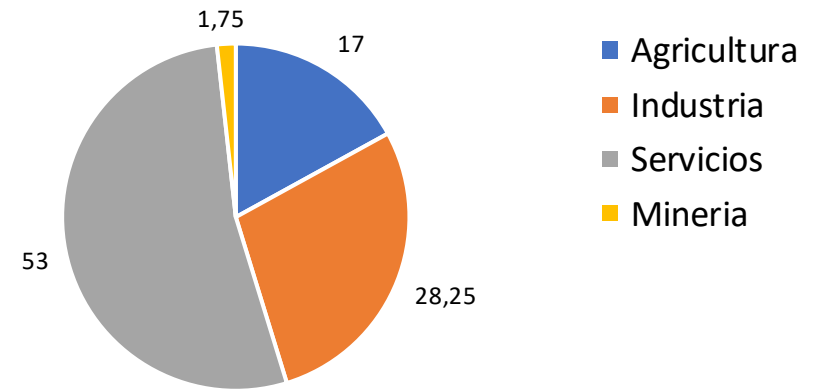
Juntos  
lo logramos

# Minería en la India

- Actividad **productiva** y **económica** estratégica siendo la industria su columna vertebral
- Proporciona **materias primas** básicas a varias industrias:
  - Fabricación
  - Térmicas
  - Siderúrgicas
  - Petroleras
  - Gas natural
  - Equipos eléctricos y electrónicos
- Aporta **814,44 mil millones de Rupias** al PIB nacional
- Se estima aumentar la producción mineral en un **200%** en los próximos 7 años



Sectores económicos en el PIB en India (%)



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos

## Problema

- La minería **artesanal** y **pequeña** minería han provocado afectación al **ambiente** y **poblaciones** cercanas.
- Actividad extractiva **sin estudios técnicos**, control y mecanismos que la regule.
- Desechos, materiales e infraestructura **no adecuados**, relaves sin tratamiento previo, etc.
- Es **indispensable** aplicar **técnicas** y **herramientas** que contribuyan al correcto manejo y desarrollo minero.



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación

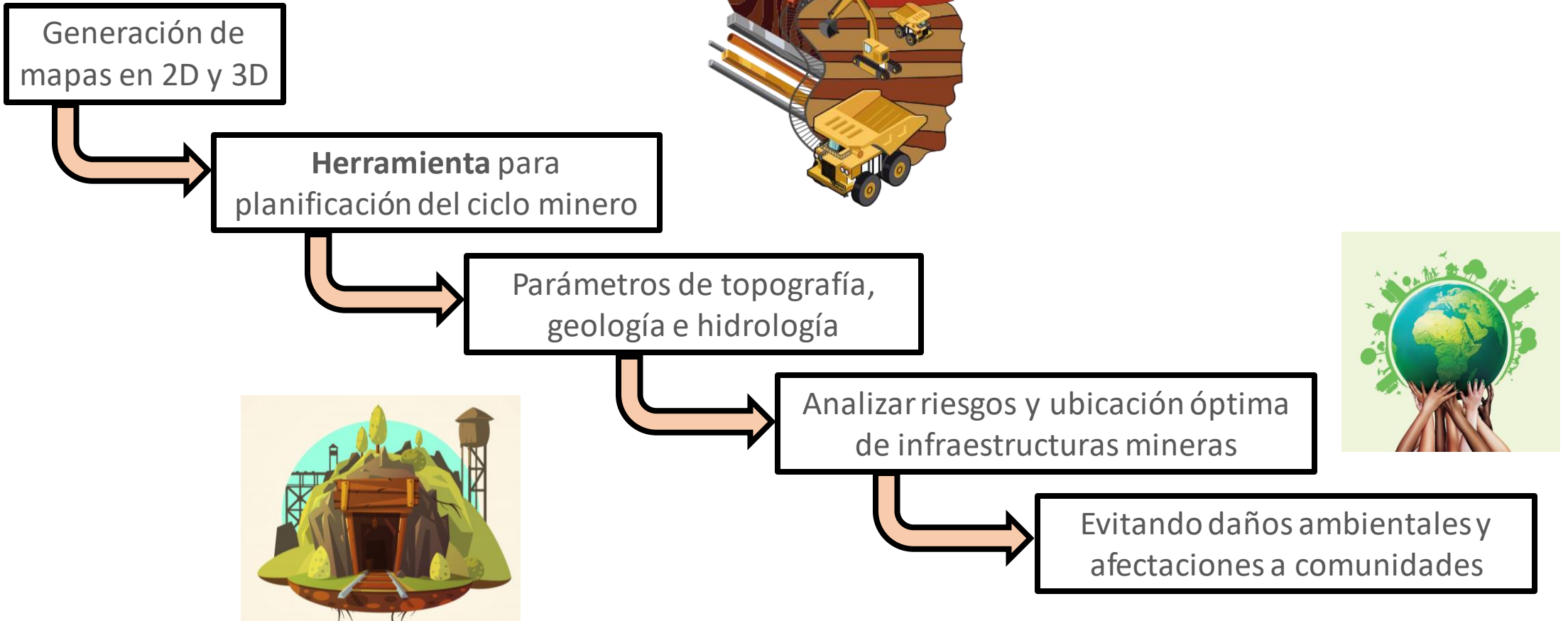


República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos





Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



Gobierno  
del Encuentro | Juntos  
lo logramos

# Objetivo

Determinar el **lugar y las condiciones óptimas** para realizar labores mineras considerando factores **geológicos, topográficos e hidrogeológicos**, mediante el soporte de herramientas computacionales.

Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos

## Flujo de trabajo

Delimitación de la zona de estudio

Recopilación de la información geográfica y  
modelos digitales de elevación

Definición de los parámetros técnicos, geológicos,  
hídricos y topográficos

Producción cartográfica digital en 2D y 3D,  
visualización e interpretación de parámetros

Análisis espacial y toma de decisiones

Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos

# Delimitación de la zona

Datos generales	
Estado	Himachal Pradesh
Área	150 Km ^2
Poblados	Raipur Khas , Pursiara , Gumrahr, Kumharka
Ríos	Ravi , Renab
Fuente: Grupo Investigador, 2021	

Tabla1. Coordenadas de la zona de estudio

	Norte	Este
P1	3589687.00	596212.00
P2	3589687.00	611212.00
P3	3579687.00	596212.00
P4	3579687.00	611212.00
Fuente: Grupo Investigador, 2021		



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



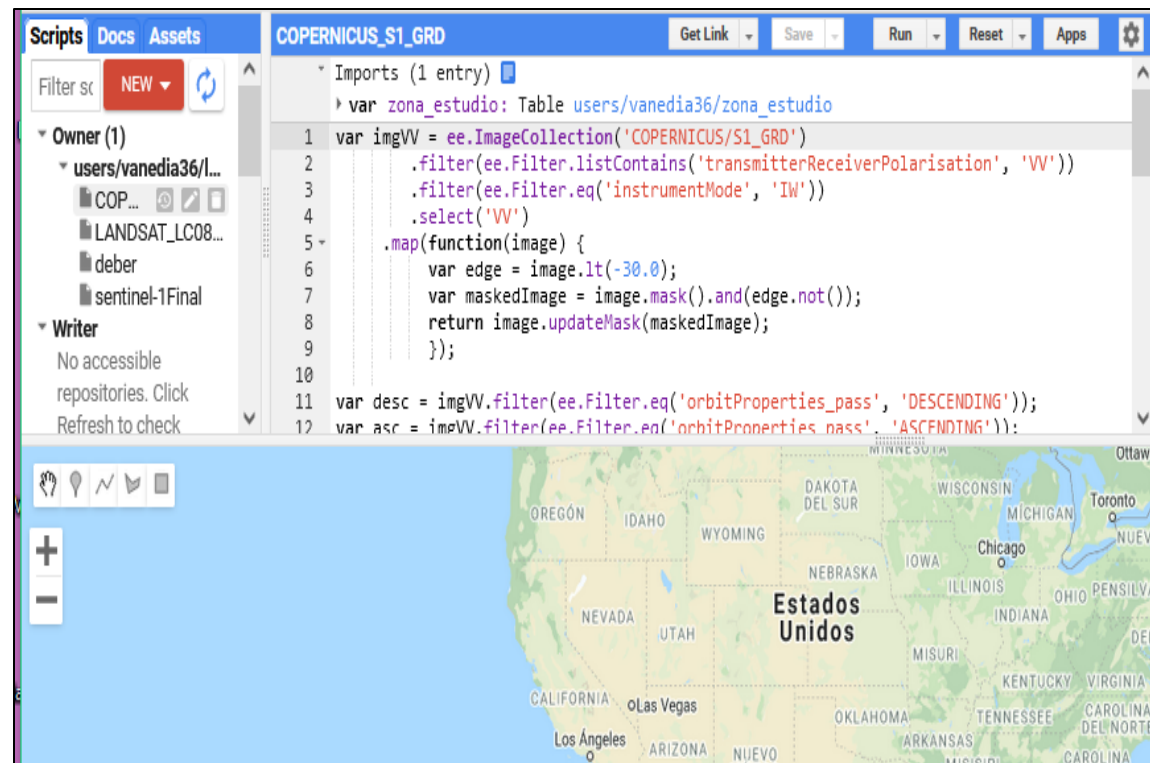
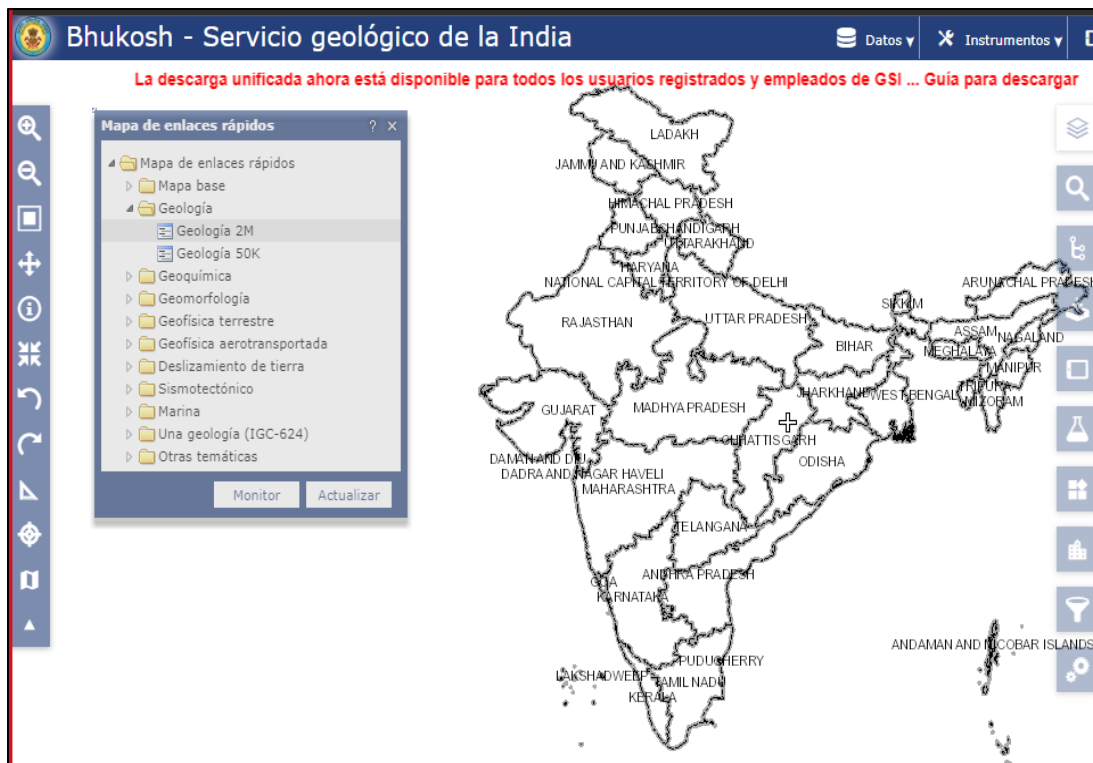
República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos



# Recopilación de la información geográfica



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

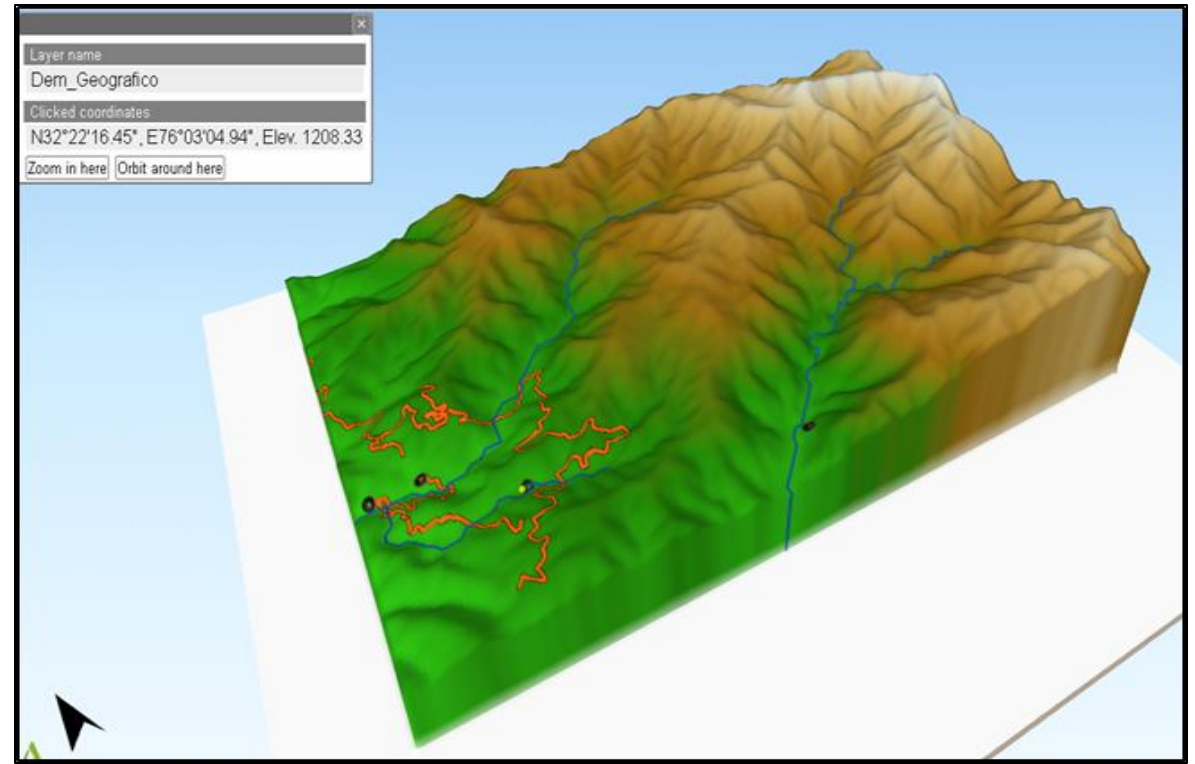
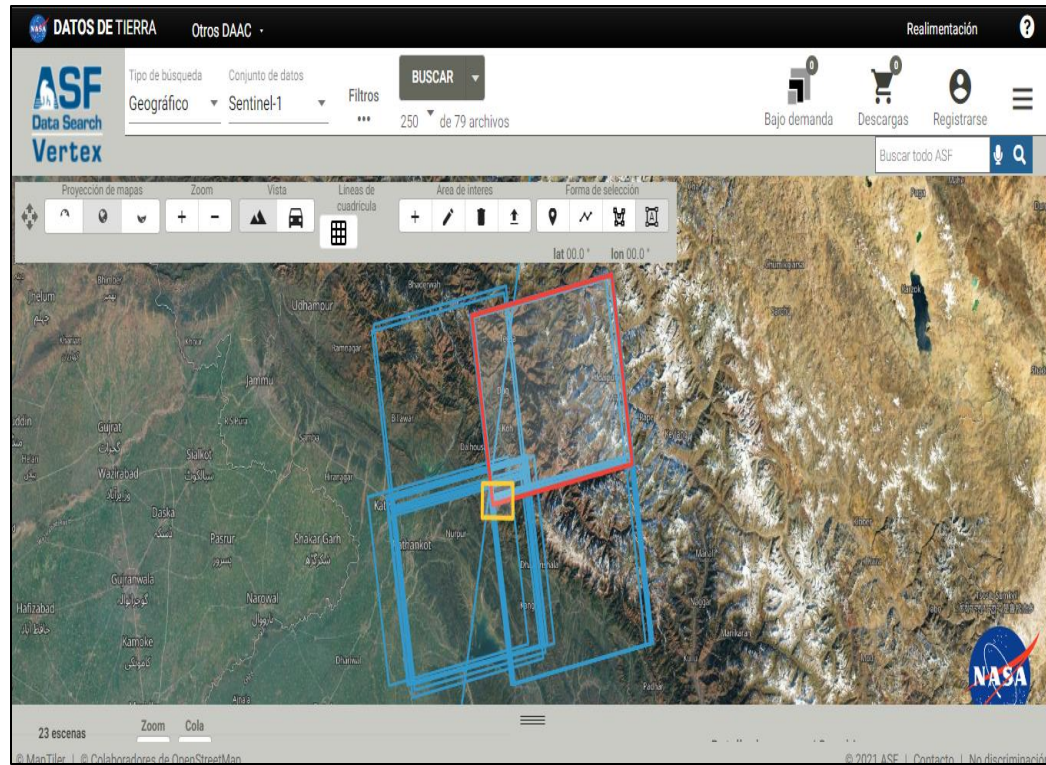
Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



Juntos  
lo logramos

# Modelos Digitales de Elevación (DEM)



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

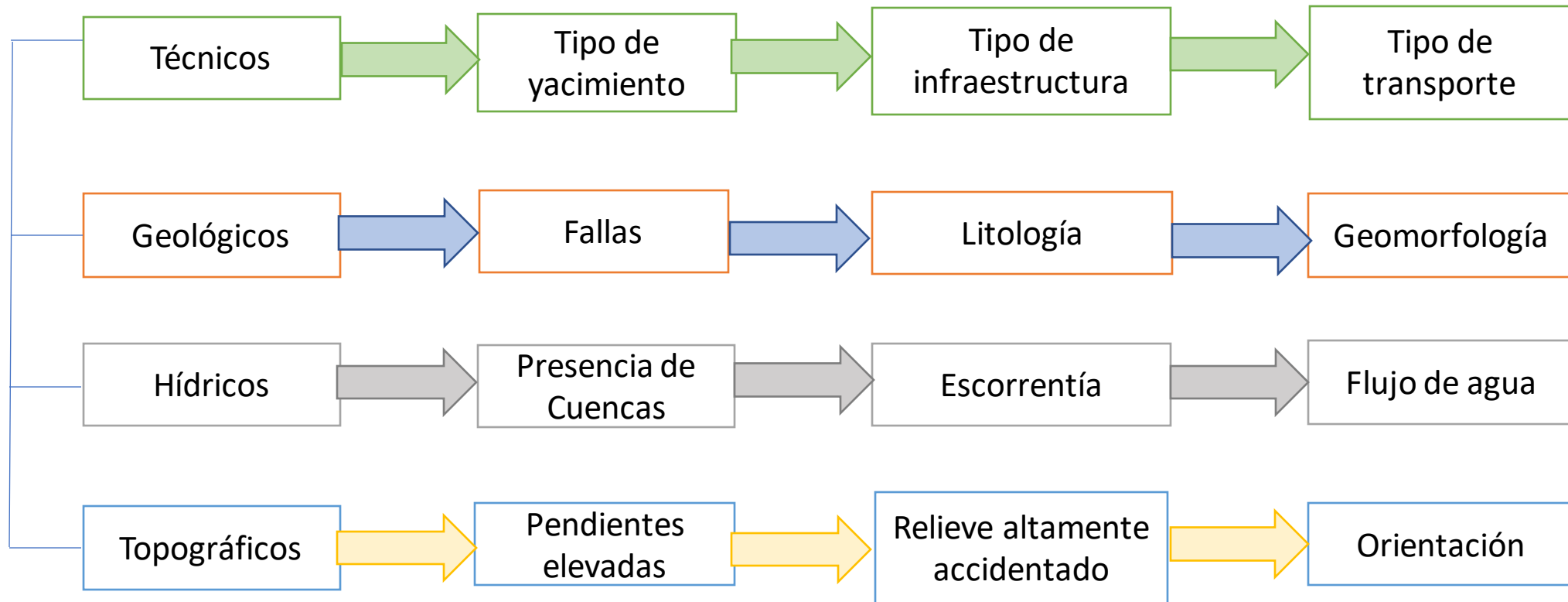
Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



Gobierno  
del Encuentro  
Juntos  
lo logramos

# Parámetros técnicos, geológicos, hídricos y topográficos

Metodología



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador

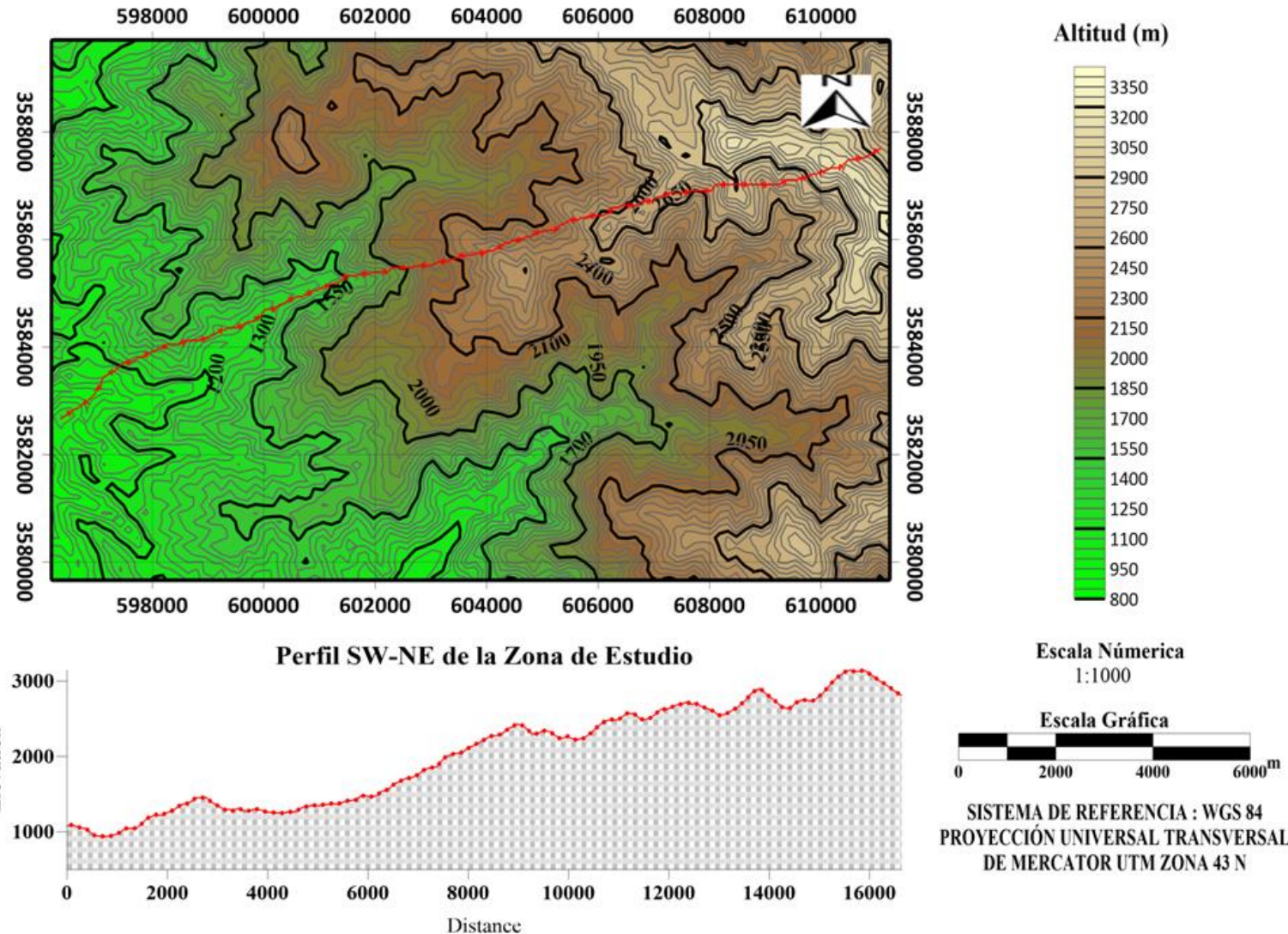


Juntos  
lo logramos



# Mapa Contornos y Perfil

- Exhibe la **topografía**: variaciones de elevación y características físicas del terreno
- Curvas de nivel**: a > cercanía > empinado, a < cercanía < desnivel (más plano)
- Valles** con líneas en forma de V hacia arriba y **crestas** con líneas V hacia abajo
- Perfil: **cambios abruptos** en la topografía (800 – 3400 msnm)
- Ubicación **óptima** (< pendiente):
  - Campamentos
  - Bodegas
  - Parqueaderos
  - Estructuras mineras
  - Cintas transportadoras
  - Antenas



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador

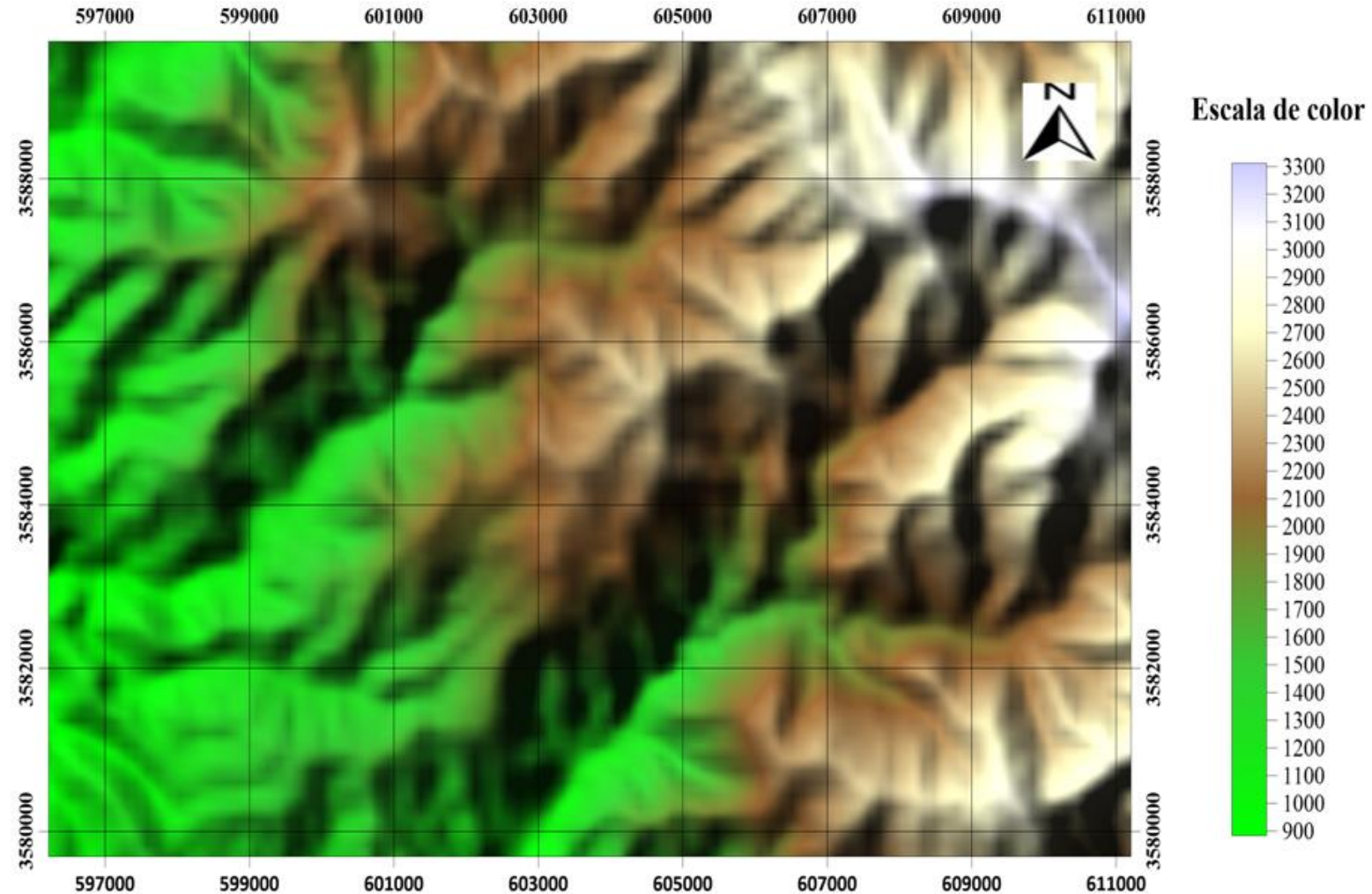


Juntos  
lo logramos



# Mapa de Relieve

- Apreciar y analizar **rasgos físicos e irregularidades**:
  - Valles y planicies
  - Fallas
  - Escarpes
  - Inferir litologías
  - Drenajes
  - Depositación y erosión
- Correcta **cimentación**:
  - Zonas de acceso a la mina
  - Carreteras
  - Bermas
  - Rampas
  - Estabilidad de taludes
- Evitar **gastos excesivos** de mantenimiento y combustible



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación

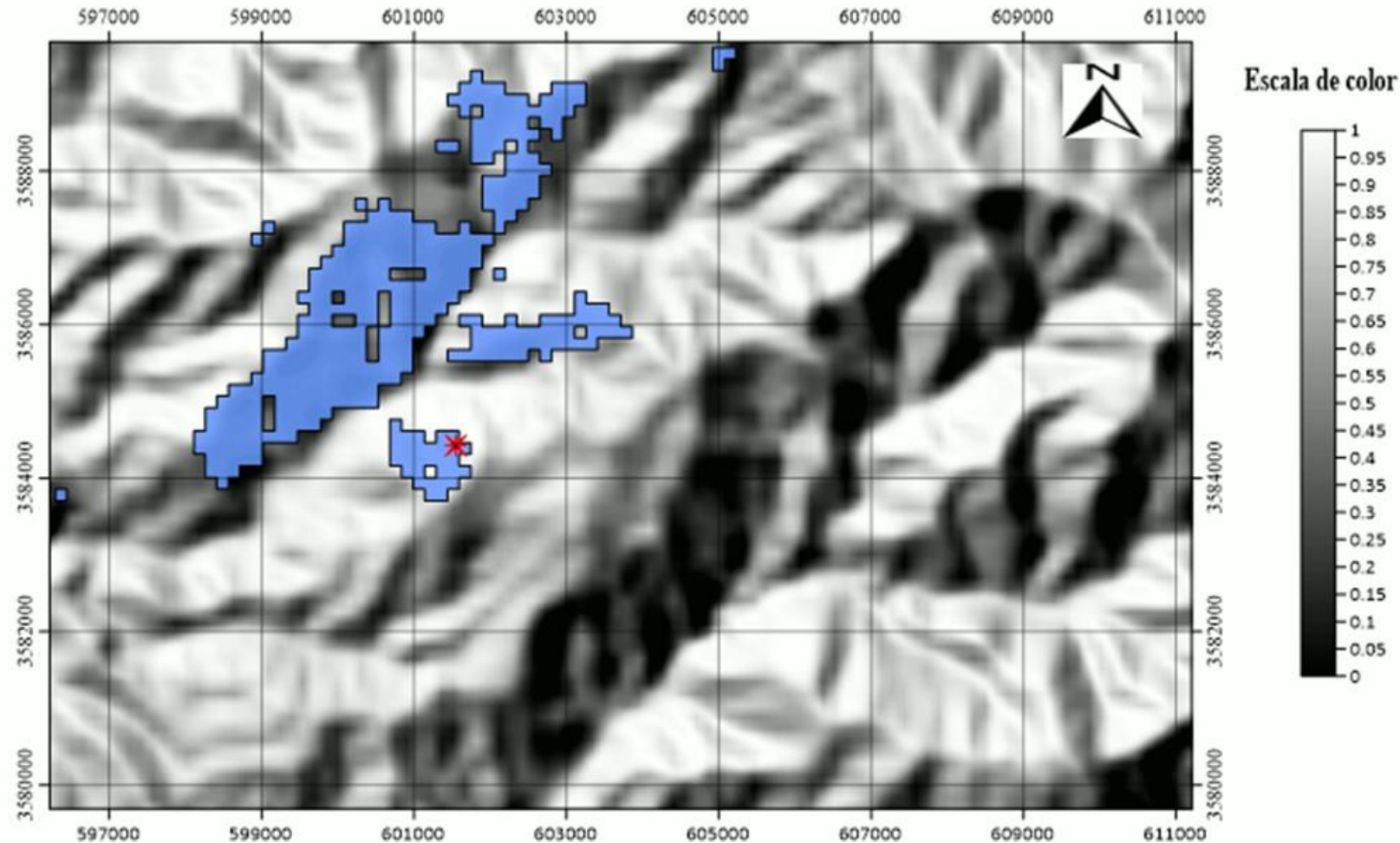


Gobierno  
del Encuentro

Juntos  
lo logramos

# Sombras y Viewshed

- Características del **relieve** según la iluminación de la superficie del terreno (posición y altura solar)
- Sectores con mayor cantidad de luz
- Áreas **visibles** o no desde un punto
- Ubicación **óptima**:
  - Instalaciones peligrosas
  - Fuentes de energía alterna
  - Paneles solares
  - Relaveras (< contaminación)
  - Polvorines (< exposición a luz solar para evitar explosiones)



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación

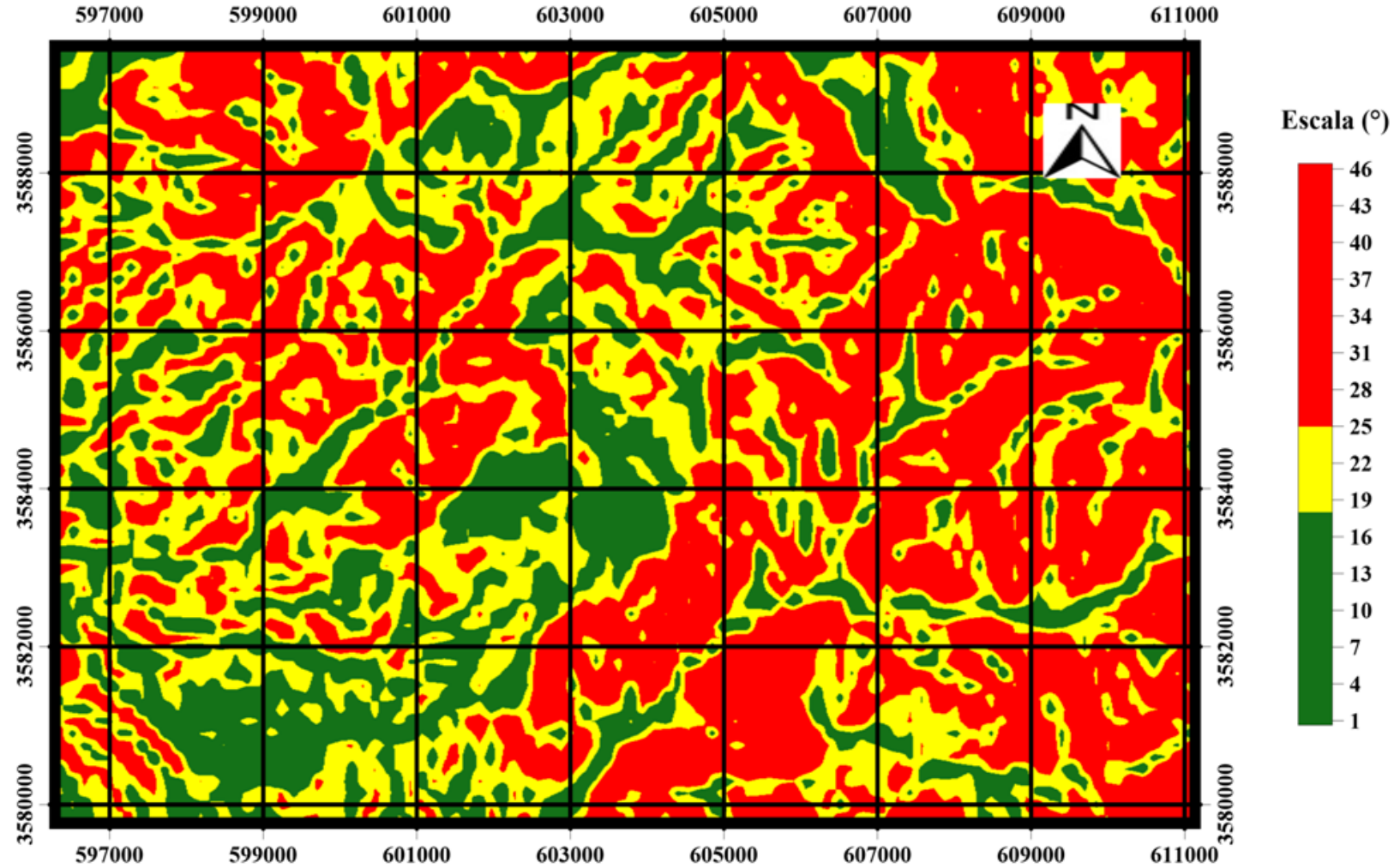


Gobierno  
del Encuentro

Juntos  
lo logramos

# Mapa de Pendientes

- Diferencia de **gradiente**: relación entre la distancia horizontal y altitud de dos puntos
- Apreciar **cambios de elevación** del terreno
- Determinar **tipo de maquinaria** para transporte de mineral y personal
- Estabilización de **taludes**
- Favorecer el **transporte** por rieles, bandas y ruedas



Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador

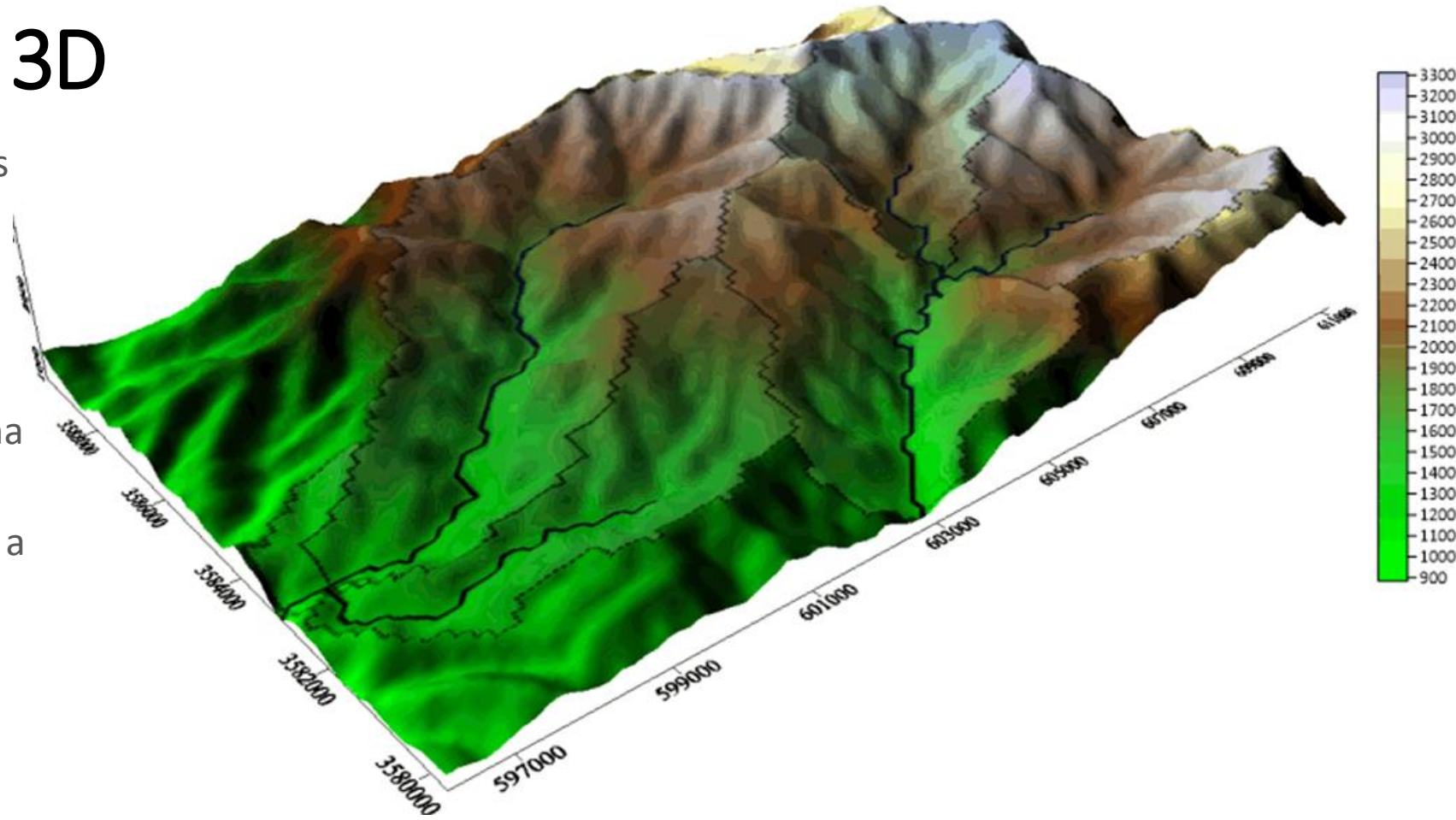


Juntos  
lo logramos



## Mapa de Superficie 3D

- Mejor **visualización** y aspecto más cercano a la **realidad**
- Combinar (**overlay**): relieve y cuencas hidrográficas
- Superficie de terreno cuya escorrentía fluye por ríos hacia una desembocadura
- Identificar ríos y lagunas cercanas a concesiones mineras (**evitar contaminación**)
- Zonas para labores mineras: relaveras, plantas de procesamiento, etc.



Metodología

Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



Gobierno  
del Encuentro

Juntos  
lo logramos



# Metodología

- # Vector 3D
- 



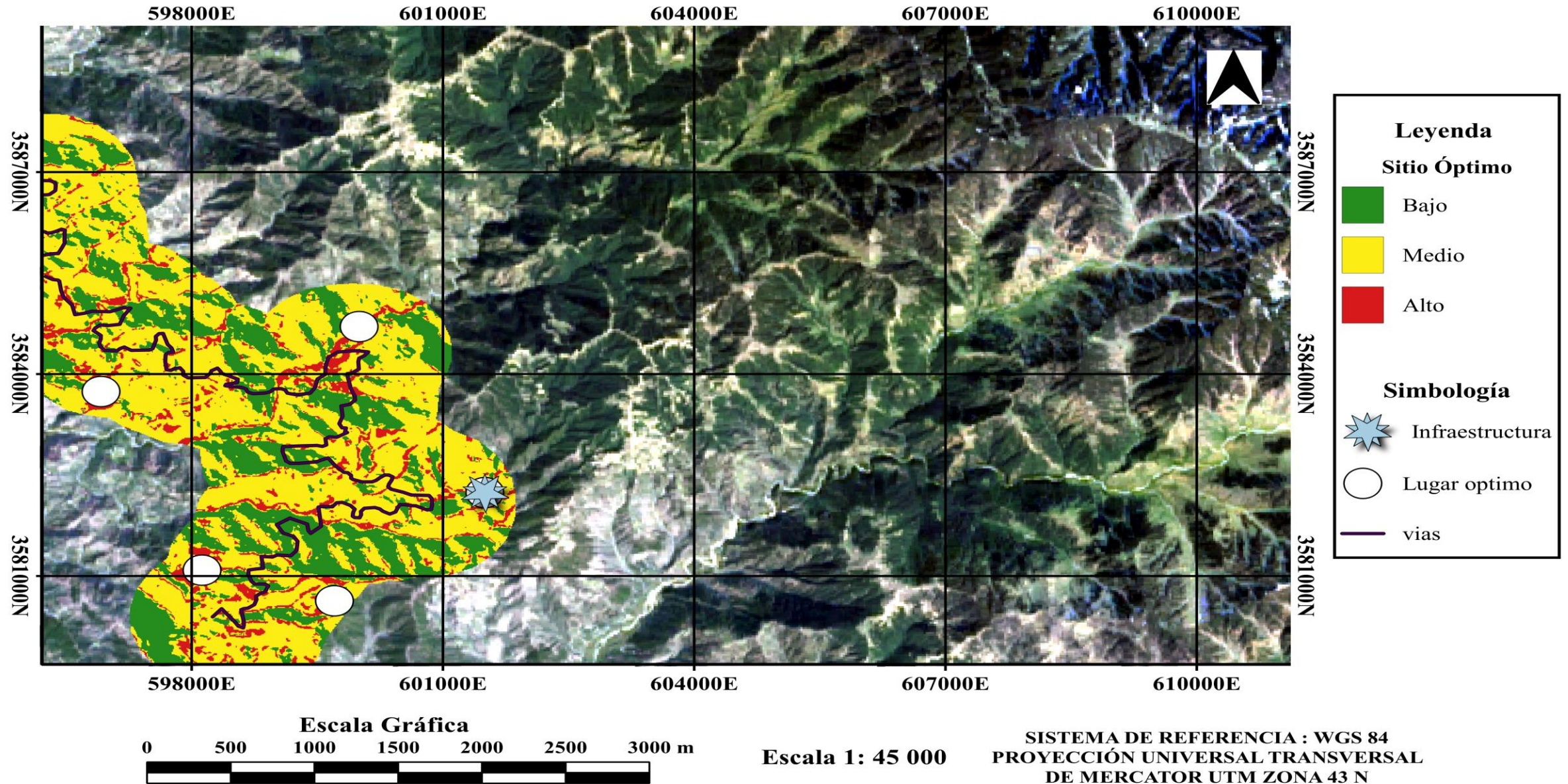
Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



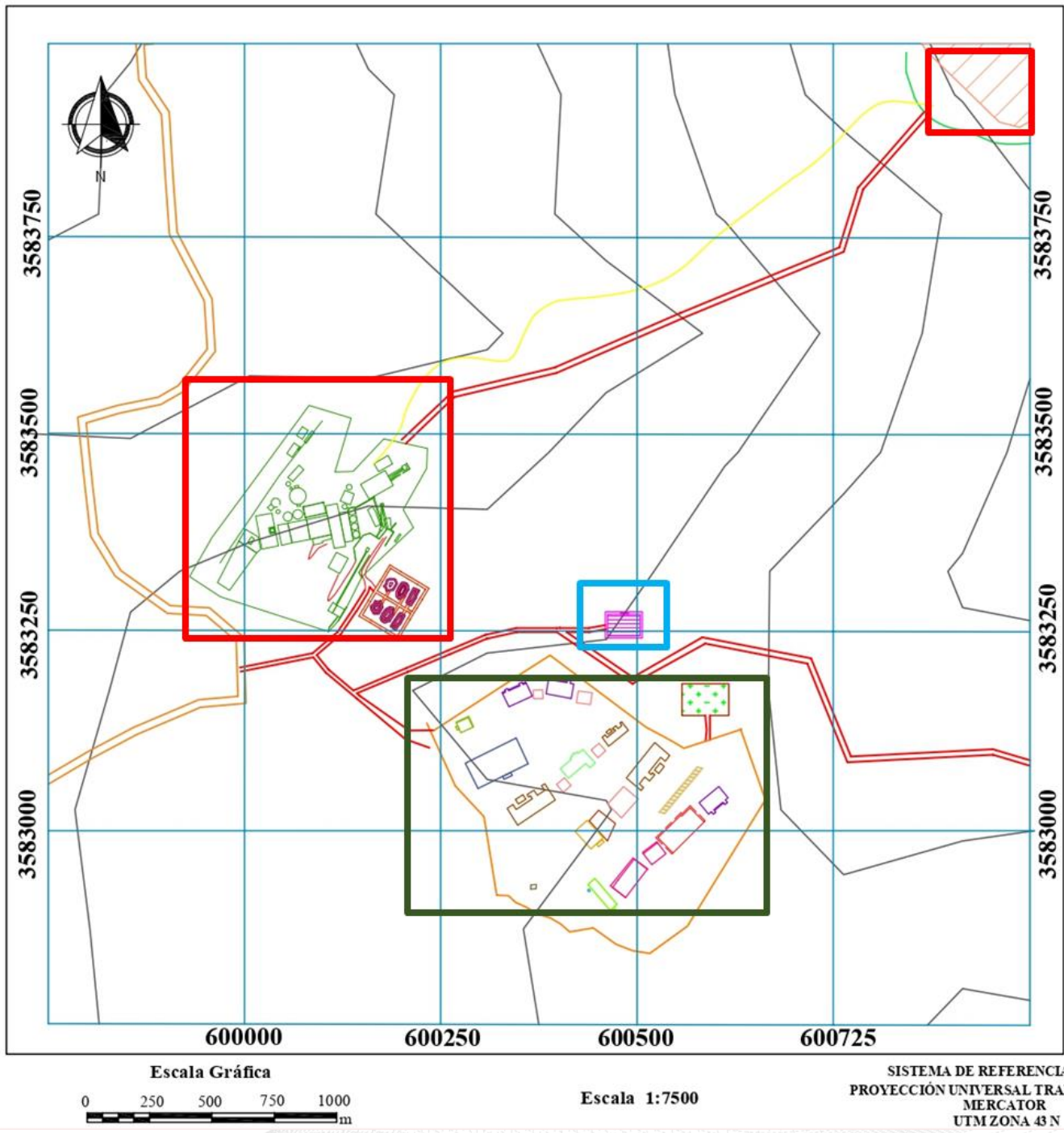
**Juntos  
lo logramos**



# Mapa del Sitio Óptimo para la Ubicación de la Infraestructura Minera en la Zona de Estudio







Leyenda	
	Almacenes de EPP
	Campo Minero
	Comedor
	Depósitos
	Depósitos de Materiales
	Dique de Contención
	Garajes
	Garita
	Parqueadero
	Patio de Acopio
	Patio de Logueo
	Pilas de Suelo
	Planta Concentradora
	Polvorín
	Oficinas
	Relavera
	Subestación Eléctrica
	Suministro de agua para relavera
	Talleres
	Tanque de Agua
	Vestuarios
	Vivero

Simbología	
	Carretera Principal
	Concesión Minera
	Curvas de Nivel
	Via de acceso Mina-Planta

# Toma de decisiones

Infraestructura	Ubicación
Rampa, bermas, relaveras, planta de procesos	Lejos de poblados
Polvorines	Alejados de luz solar
Bodegas, taller de maquinaria, parqueadero, bermas, rampas.	Pendientes no elevadas

## Mapa de Infraestructura del Proyecto Minero en el Distrito de Chamba, India

# Conclusiones

Conclusiones

- La combinación de los mapas generados (overlay) permite un **análisis conjunto** de los factores geológicos, topográficos e hidrogeológicos.
- Así se identificó el **lugar óptimo** para la ubicación de la mina y la infraestructura necesaria para que las labores que se construyan no tengan afectaciones, evitando accidentes y daños al sector, así como a la población.
- Se determinó que el **sector Oeste** de la zona de estudio cumple con los parámetros geológicos, estructurales, topográficos, hidrogeológicos, ambientales y de riesgos, para la instalación de la infraestructura minera adecuada.
- Todos los mapas son modelos, siempre hace falta una comprobación de campo, pero sin duda son **herramientas imprescindibles** para un conocimiento previo y toma de decisiones.

Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos



¡Gracias por su atención!

¿Preguntas?

*Comentarios, sugerencias e inquietudes, favor enviar a la siguiente dirección:*  
**cimejia@uce.edu.ec**

Con el aval de:



Ministerio  
de Turismo

Ministerio de  
Cultura y Patrimonio

Con el auspicio de:

Secretaría de  
Educación Superior, Ciencia,  
Tecnología e Innovación



República  
del Ecuador



Juntos  
lo logramos