

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET - y su rol en la transición ecológica y energética en Perú

1. Rol de INGEMMET en el sector Energía y Minas

2 macroprocesos:

M1. Administración del Catastro Minero Nacional y de los Derechos Mineros

Dirección de Concesiones Mineras (DCM)

- Otorgamiento de concesiones mineras.

Dirección de Catastro Minero Nacional (DC)

- Administra el Catastro Minero Nacional y el Catastro de Áreas Restringidas a la actividad minera.

Dirección de Derecho de Vigencia (DDV)

- Distribuye los pagos de derecho de vigencia y penalidad.
- Sustenta la caducidad de derechos mineros.

M2. Investigación Geológica

Dirección de Geología Regional (DGR)

- Actualiza la Carta Geológica Nacional.
- Ente Rector en Paleontología.

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos (DRME)

- Prospección minera y geotérmica.
- Estudios metalogenéticos a nivel nacional.

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR)

- Evalúa y monitorea peligros geológicos
- Estudios geológicos ambientales.

Dirección de Laboratorios (DL)

- Realiza estudios, investigaciones y análisis (químicos, mineralógicos y espectrales).

2. Evaluación de recursos de minerales críticos

INGEMMET: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS A MATERIAS PRIMAS CRÍTICAS Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA RECIENTEMENTE COMPLETADOS Y EN CURSO

Materias primas críticas:
In, Ga y Ge.

Convenio INGEMMET-BGR

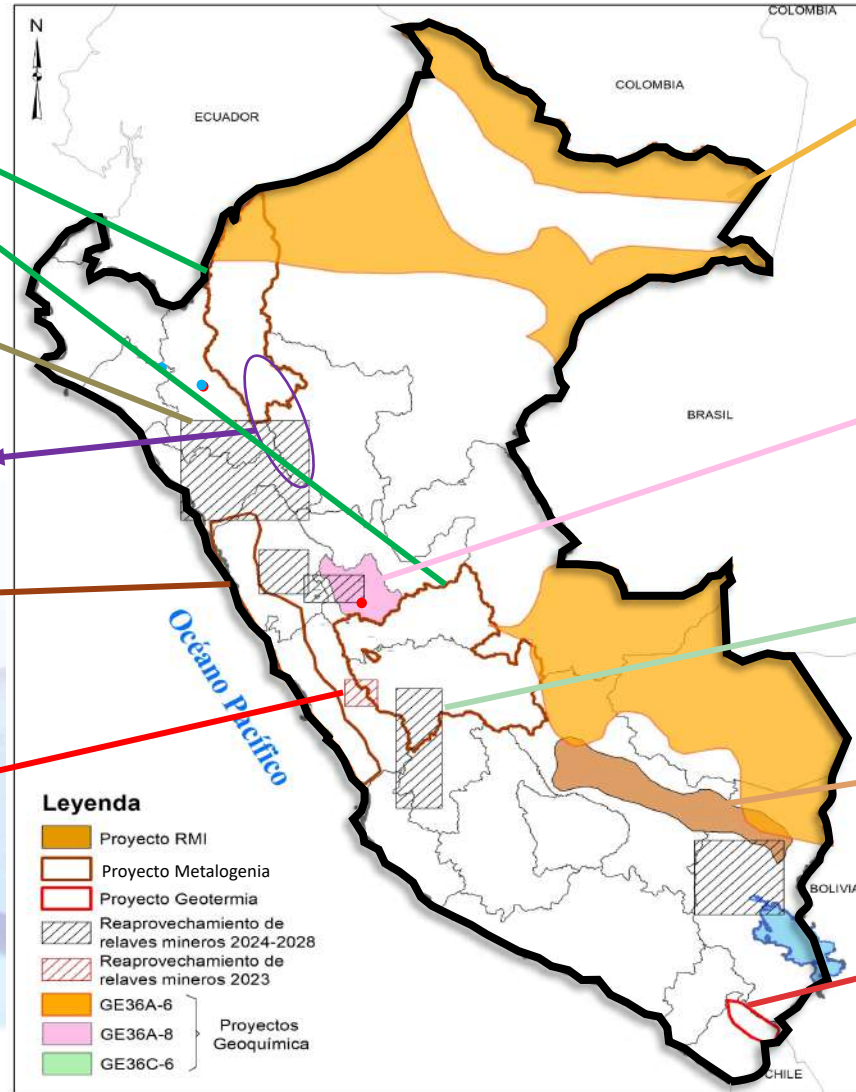
Reaprovechamiento de Pasivos Ambientales Mineros (PAM)
2023 - 2028

Prospección geológica por grafito

Materias primas críticas:
Co, Ni, V y Cr

Reaprovechamiento de Pasivos Ambientales Mineros (PAM)
2023 - 2028

Convenio INGEMMET-MINEM



Geoquímica global de suelos nacional
(completada en el 2023)

- Cu > 20 ppm
- Co > 20 ppm
- Mo > 4 ppm
- Ni > 40 ppm

Materias primas críticas:
Be, Sb, Co, Cs, Nb, In, Li, P, Sc, Ta, V, W, Zr y REE.

Materias primas críticas:
Cu, Mo, Pb, Zn, Cd, Co, V, Ni, Cr, Au, Ag, Hg, As, Sb, etc.

Materias primas críticas:
Li, Cs, Ta, Nb, Y y F

Potencial geotérmico

Convenio INGEMMET-GBCGE (Universidad de Nevada)
Convenio de cooperación MINEM, APCI, JICA & INGEMMET

2. Evaluación de recursos de minerales críticos

INGEMMET: PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS A MATERIAS PRIMAS CRÍTICAS Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA RECIENTEMENTE COMPLETADOS Y EN CURSO

Prospección por litio



Reaprovechamiento de Pasivos Ambientales Mineros



Prospección por Germanio, Galio e Indio



Prospección por Cobre, Cobalto y Níquel



Prospección por Tierras Raras



Prospección geológica por grafito



Geoquímica Nacional de suelos global



2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Prospección por Litio

Proyectos de Litio en Sudamérica



RECURSOS DE LITIO EN AMÉRICA DEL SUR



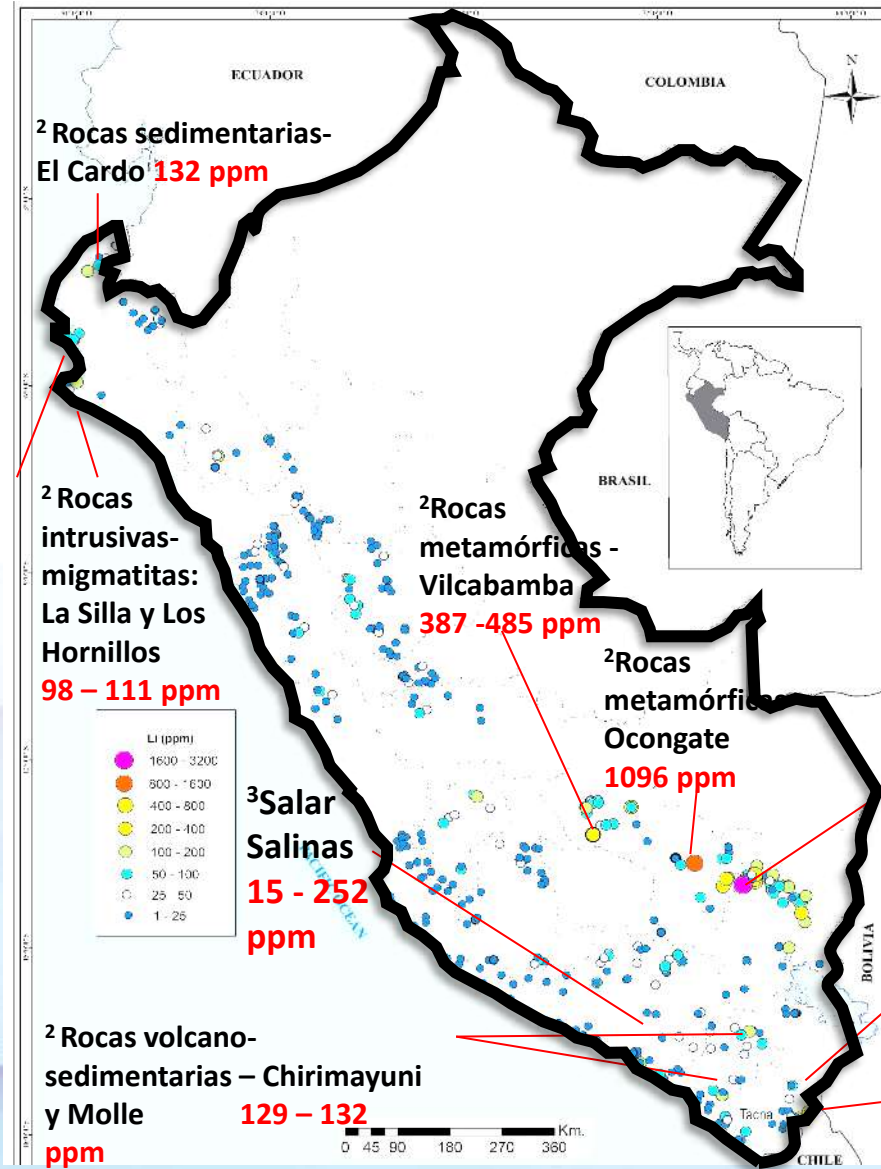
En términos de recursos, en el mundo la lista la encabezan:

Bolivia (TM 21 millones), Argentina (TM 19 millones), Chile (TM 9,8 millones), EE. UU. (TM 8 millones), y Australia (TM 6 millones).

Fuente: Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, 2022), "Mineral Commodity Summaries 2022".

Recursos indicados = 0.96 Mt LCE
Recursos inferidos = 3.75 Mt LCE

1 Technical report NI 43-101 of Macusani Project – Highlights Lithium & Uranium in Peru Moving Towards 2020-21 Production (Plateau Uranium, 2017).
 2 Prospección geológica por litio en salares del sur del Perú (INGEMMET, 1980).
 3 Boletín No 73: Prospección de Litio en el sur del Perú, 2021.



Mayor potencial de Litio en el Altiplano y cordillera Oriental del Sur Peruano.

Relacionado a rocas volcánicas félsicas en las regiones Puno, Arequipa, Moquegua y Tacna.

Moderados valores presentes las cuencas endorreicas (salares y salmueras, sínter), regiones de Arequipa, Moquegua, Tacna y Puno.

¹ Rocas volcánicas - Falchani 1600 - 3200 ppm

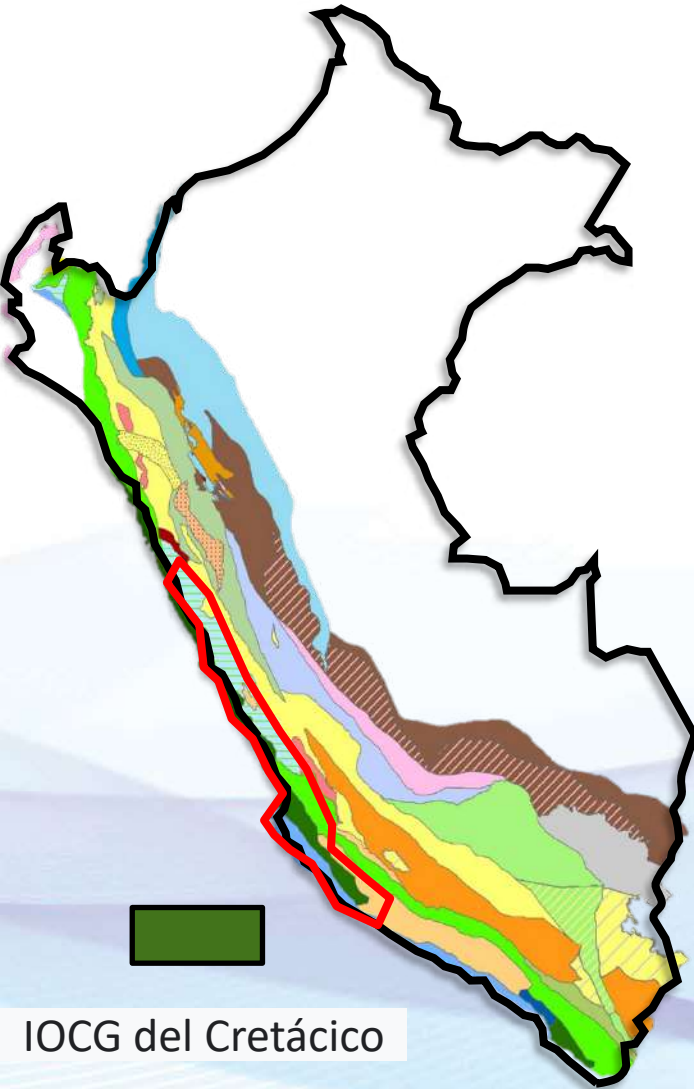
³ Salar Chilicolpa 6 - 54 ppm

³ Salar Laguna Blanca 10 - 392 ppm

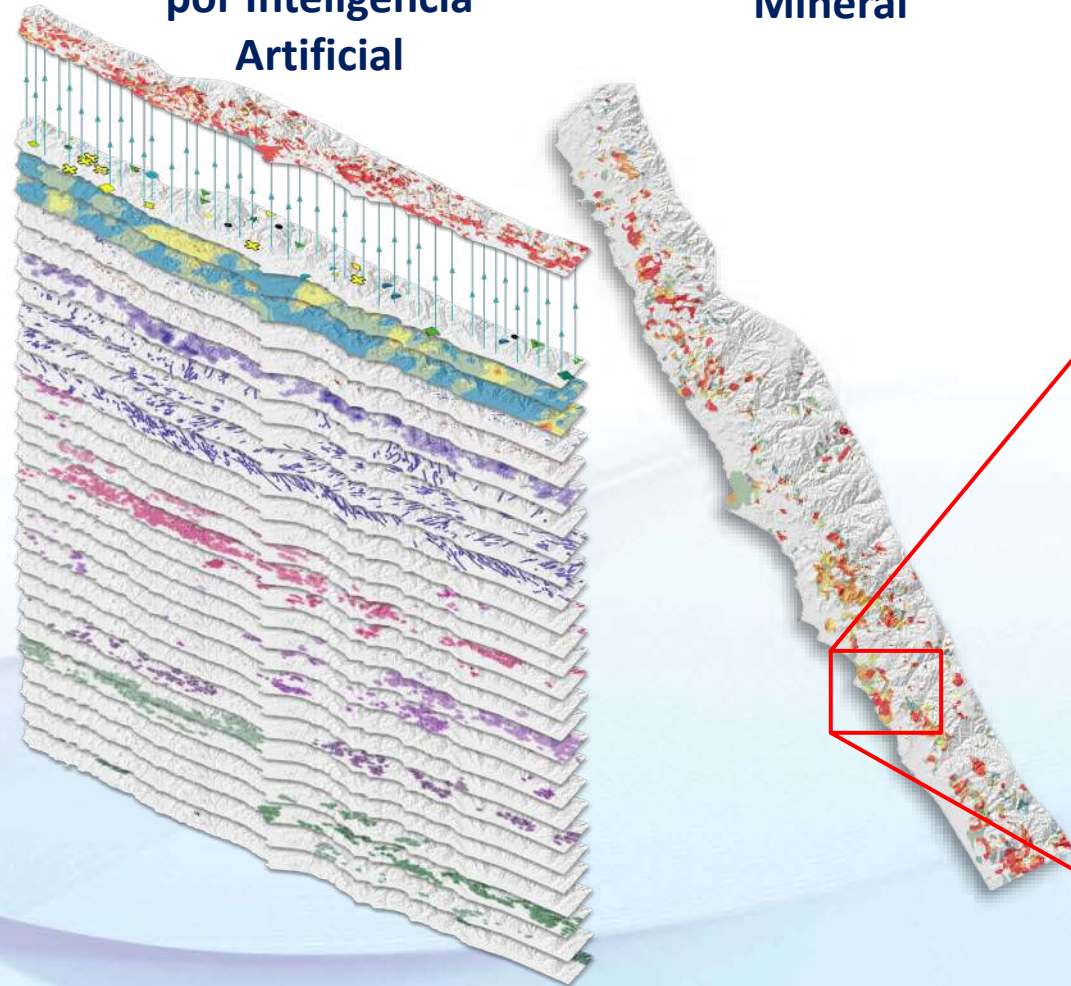
1: Source: Macusani Yellowcake S.A.C - unofficial data

2. Evaluación de recursos de minerales críticos

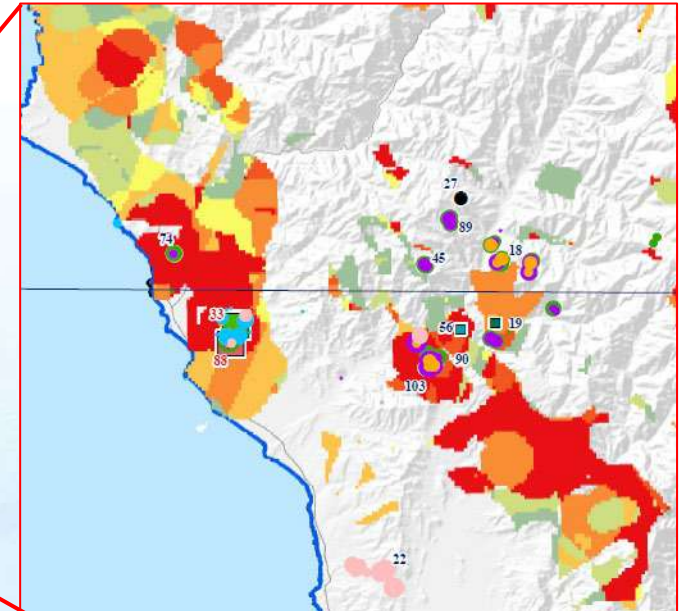
Prospección por cobalto – níquel – cobre



Integración de datasets por Inteligencia Artificial
Mapa de Prospektividad Mineral



ANOMALÍAS DE ELEMENTOS ESTRATÉGICOS		
Cobalto (Co ppm)	Cobre (Cu ppm)	Cromo (Cr ppm)
50.0 - 113.6	599.0 - 1709.0	204.0 - 239.0
113.7 - 258.0	1709.1 - 3911.0	239.1 - 287.0
258.1 - 489.0	3911.1 - 7220.0	287.1 - 360.0
489.1 - 883.0	7220.1 - 32868.0	360.1 - 533.6
883.1 - 1490.0	32868.1 - 120250.0	533.7 - 710.0
Lantano (La ppm)	Níquel (Ni ppm)	Uranio (U ppm)
51.5 - 52.0	83.1 - 107.0	40.9 - 41.3
52.1 - 58.1	107.1 - 149.0	41.4 - 59.9
58.2 - 65.0	149.1 - 202.0	60.0 - 72.0
65.1 - 89.8	202.1 - 303.0	72.1 - 84.2
89.9 - 109.0	303.1 - 566.0	84.3 - 93.1



Altos valores de Co en roca asociados con zonas de alta probabilidad predicha de mineralización por Cu.

2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Prospección por cobalto – níquel – cobre

MAPAS DE PROSPECTIVIDAD MINERAL A TRAVÉS DE ALGORITMOS CLASIFICATORIOS DE MACHINE LEARNING

PREPARACIÓN DE DATASETS

DEFINICIÓN DE VARIABLES :

VARIABLES INDEPENDIENTES



Carga de rasters en entorno de Python. Tamaño de píxel : 350 m x 350 m. 1176 filas x 1103 columnas. Total 1' 958 928 píxeles.

Reclasificación de variables entre 0 y 1 mediante función lineal

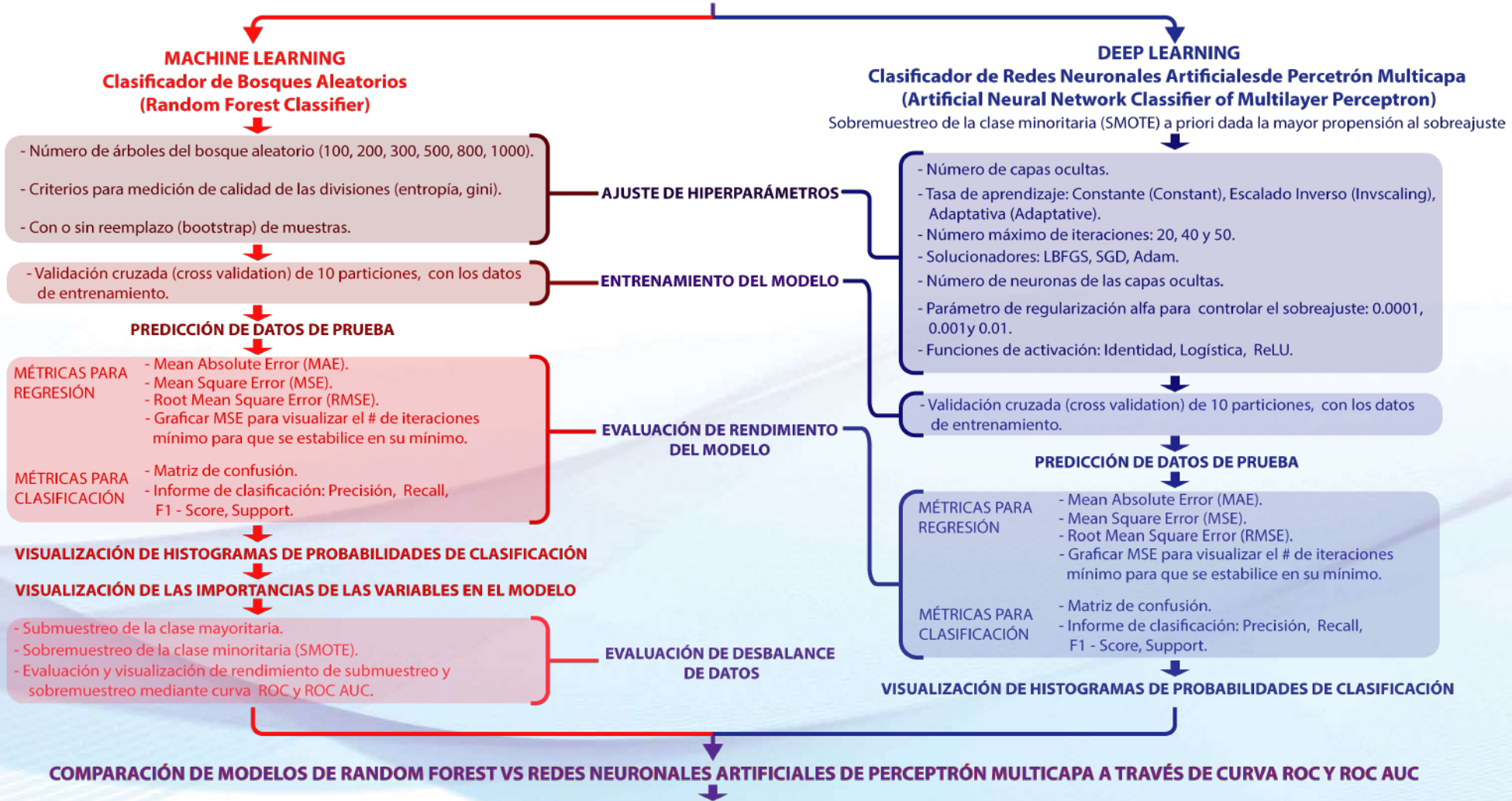
2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Prospección por cobalto – níquel – cobre

MAPAS DE PROSPECTIVIDAD MINERAL A TRAVÉS DE ALGORITMOS CLASIFICATORIOS DE MACHINE LEARNING

Partición de los datos en conjunto de entrenamiento y prueba (75% - 25%)

APLICACIÓN DE ALGORITMOS CLASIFICATORIOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL



COMPARACIÓN DE MODELOS DE RANDOM FOREST VS REDES NEURONALES ARTIFICIALES DE PERCEPTRÓN MULTICAPA A TRAVÉS DE CURVA ROC Y ROC AUC

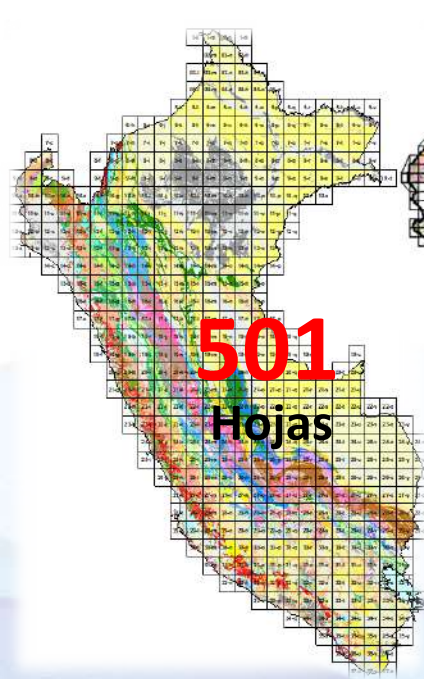
EXPORTACIÓN DE MAPAS DE PROBABILIDADES DE PREDICCIÓN DE MINERALIZACIÓN A ENTORNO GIS PARA SU VISUALIZACIÓN

2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Evolución de los mapas prospectivos

Paso a seguir: Enfoque de Sistemas Minerales y minerales críticos asociados

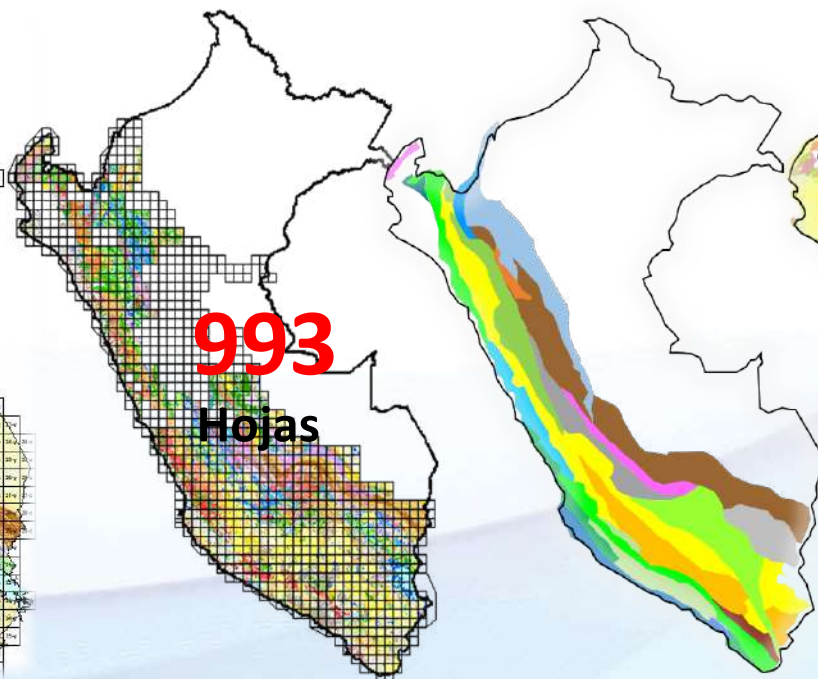
CARTA GEOLÓGICA NACIONAL



100K

1961-1999

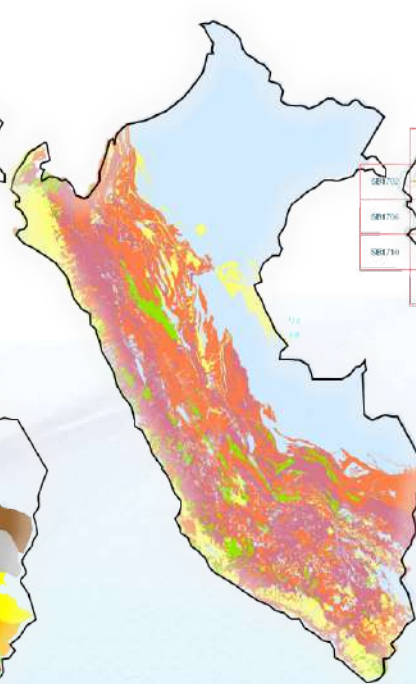
FRANJAS METALOGENÉTICAS POTENCIAL MINERO



50K

2000..... 2024
(1093)

MAPA DE



3M

2016

CARTA METALOGENÉTICA



250K

2021

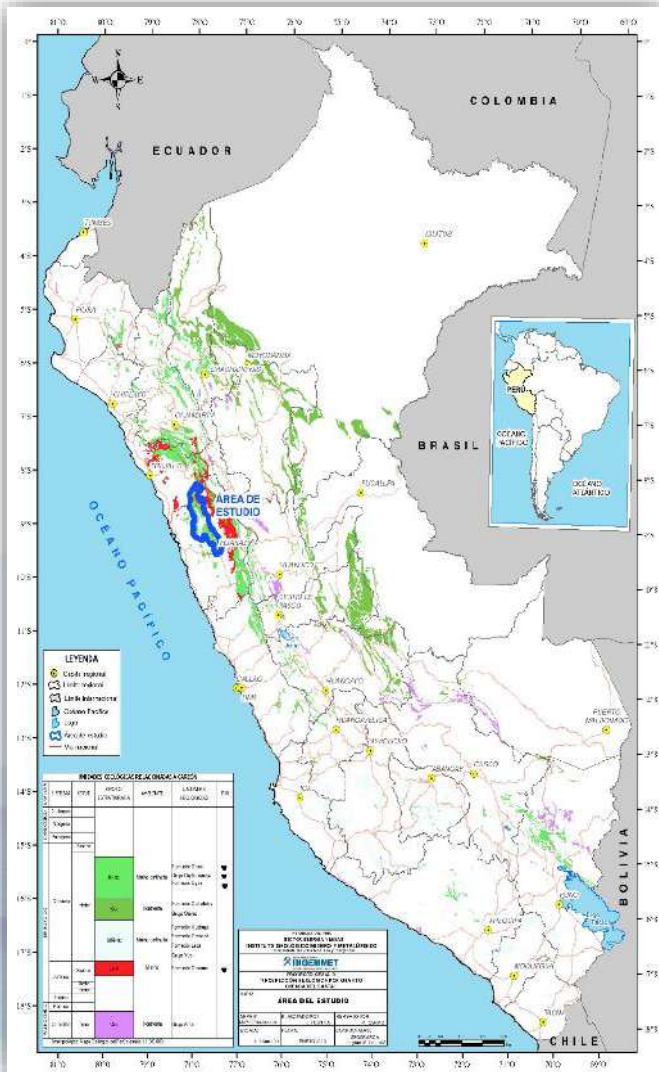
MAPAS DE PROSPECTIVIDAD MINERAL EMPLEANDO IA



2024 -

2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Prospección por grafito



Extensión del área de estudio:

El estudio localizado en la parte oeste de la cuenca del Santa, tiene una extensión de 800 km², políticamente se encuentra bajo la administración de la región Áncash.

Marco Geológico:

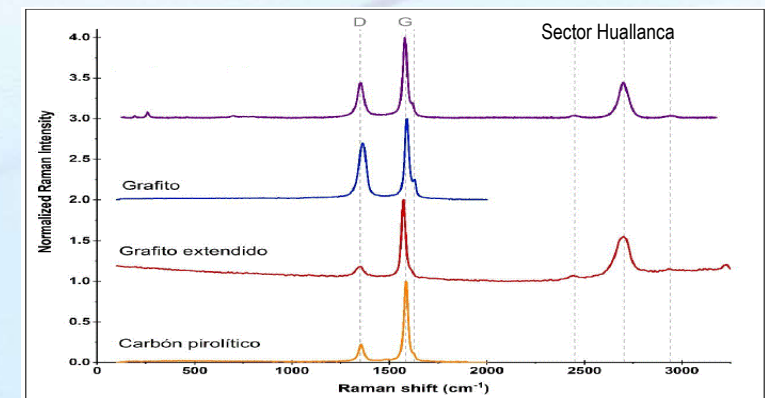
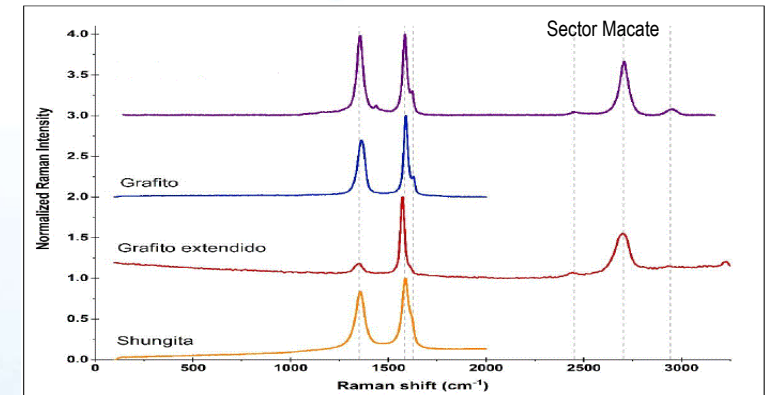
El grafito ocurre en forma de mantos con grosores de 0.50 hasta 1.80 m, concordantes a secuencias sedimentarias clásticas que corresponde a la Formación Chicama de edad Jurásico superior.



Coal Mine in Pallasca - Ancash

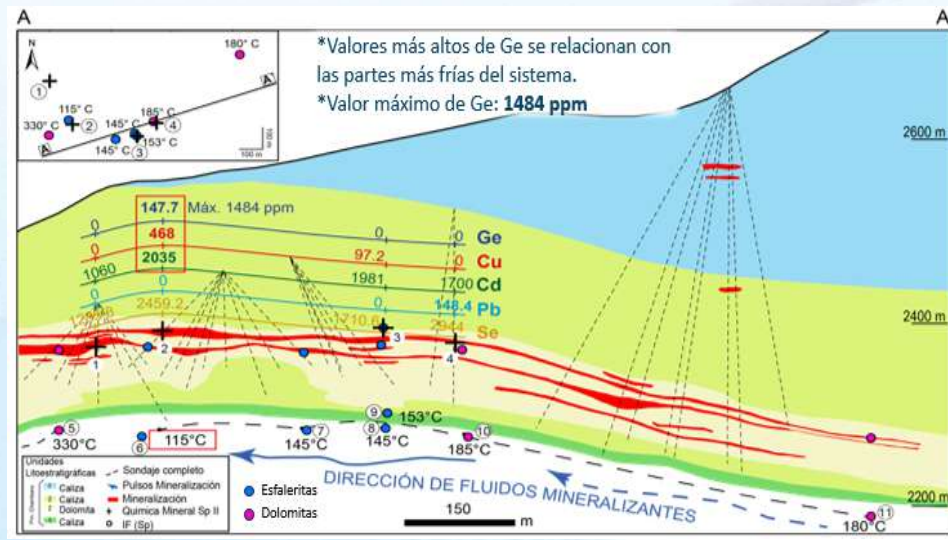
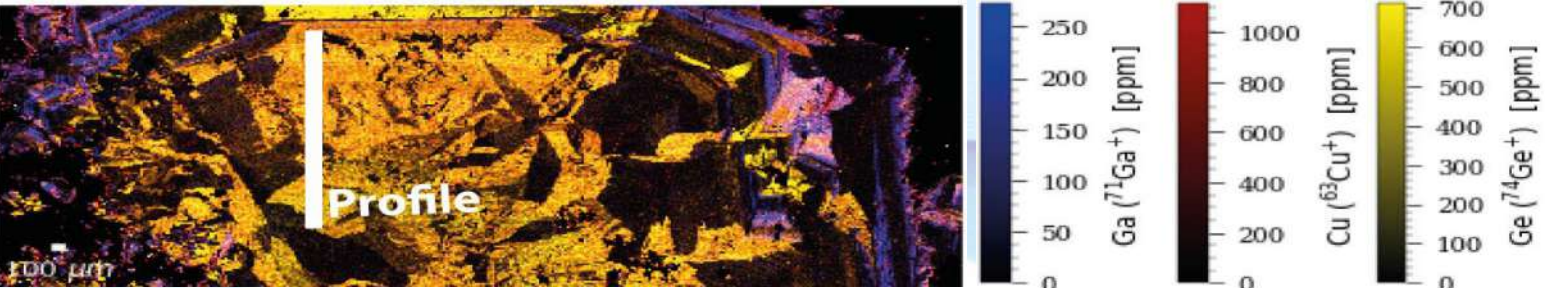
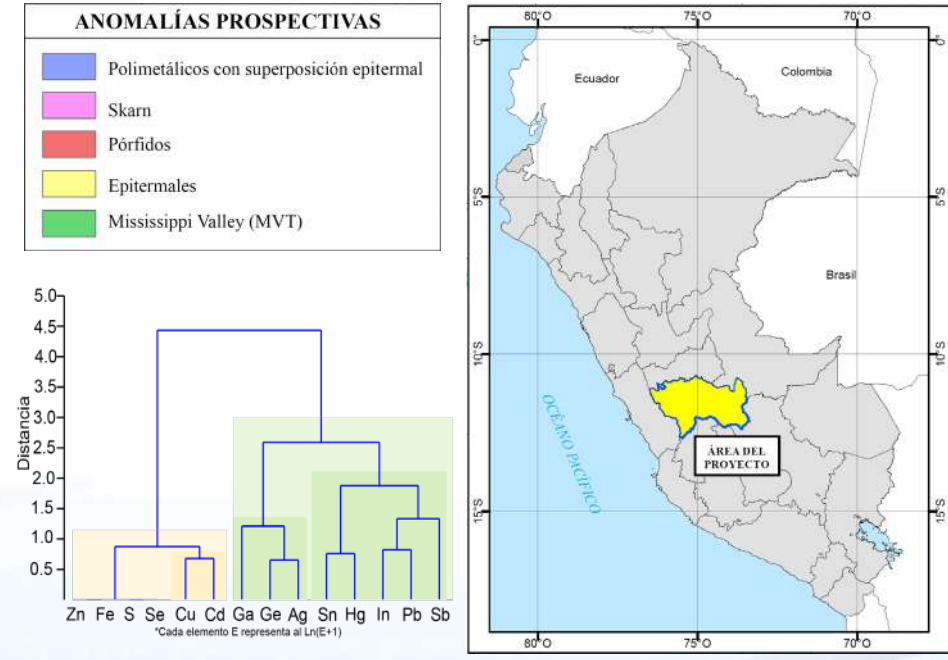
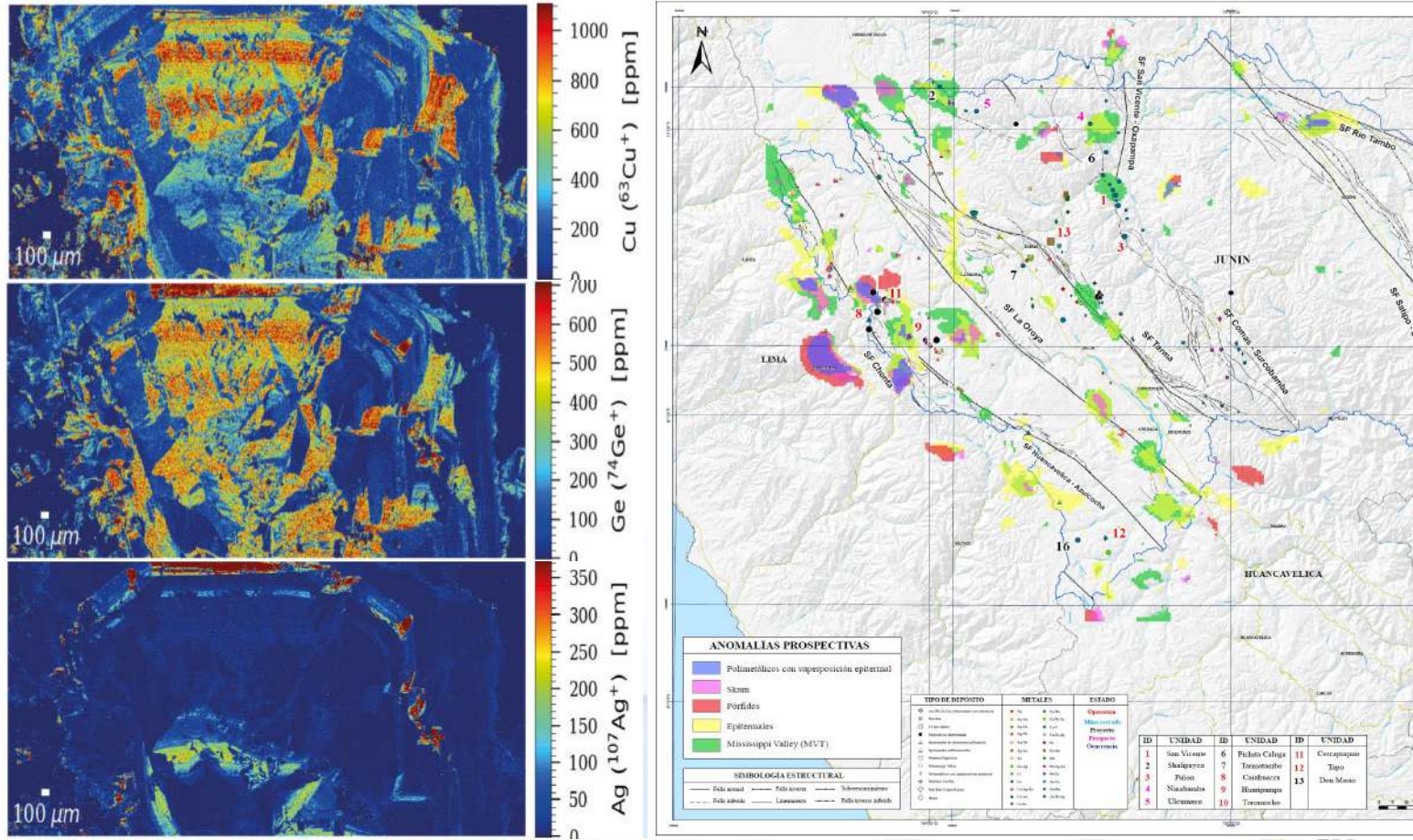


Primera fotografía de grafito evidencia por Ingemmet en Perú



2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Prospección por Germanio – Galio – Indio

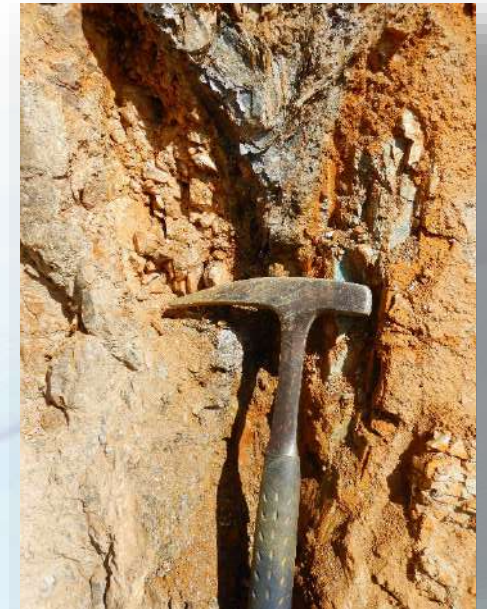
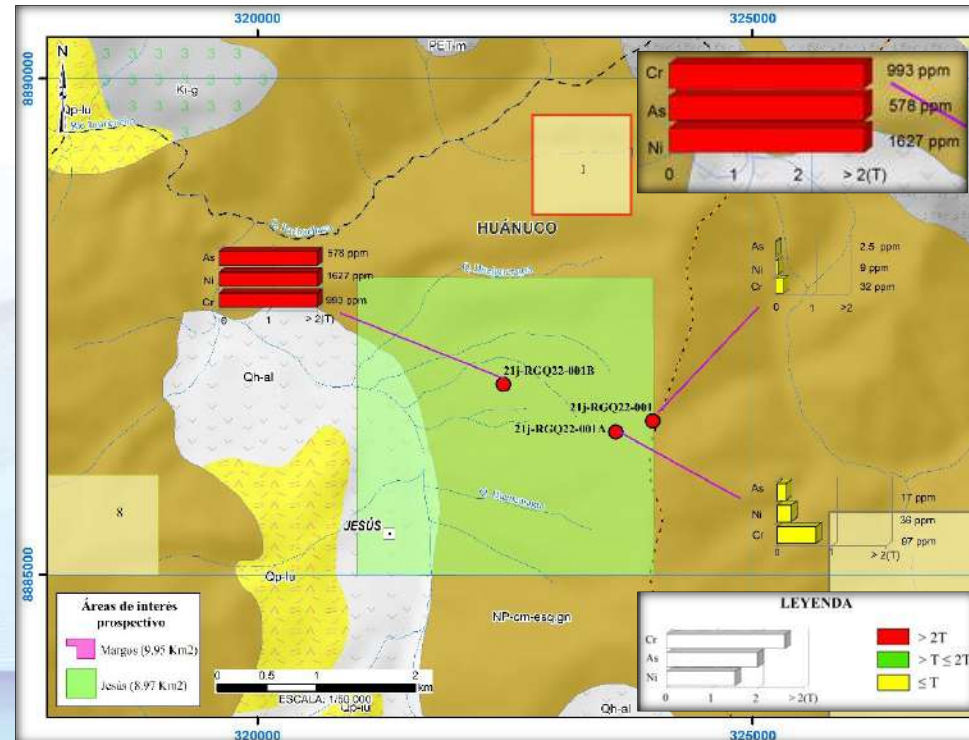
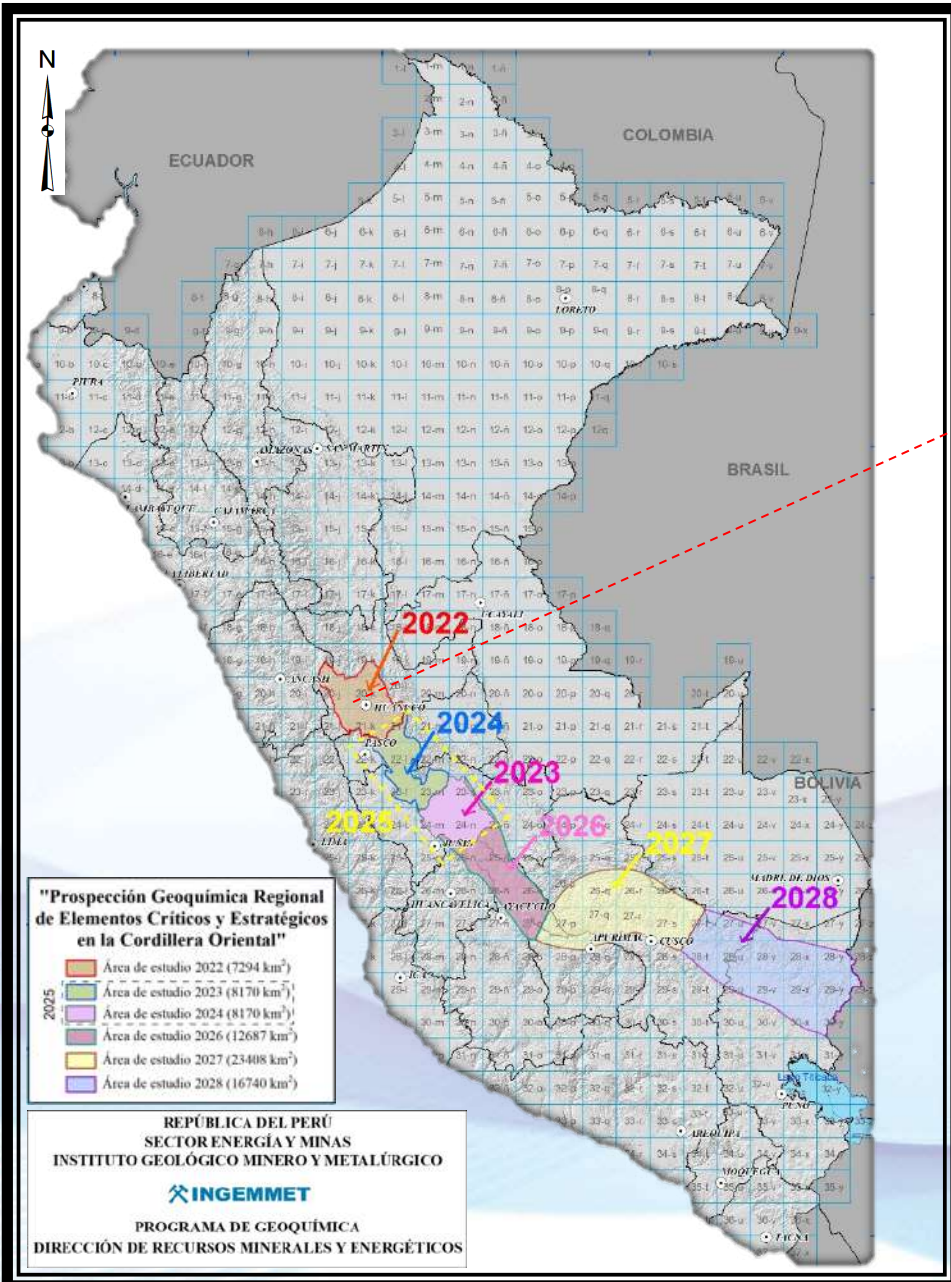


2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Prospección Geoquímica Regional en la Cordillera Oriental

OBJETIVO: Determinar áreas de interés prospectivo con anomalías geoquímicas de elementos críticos y estratégicos en la Cordillera Oriental.

2022: Se determinaron 5 áreas de interés prospectivo con anomalías geoquímicas de As, Ni, Cr, Pb y Zn.



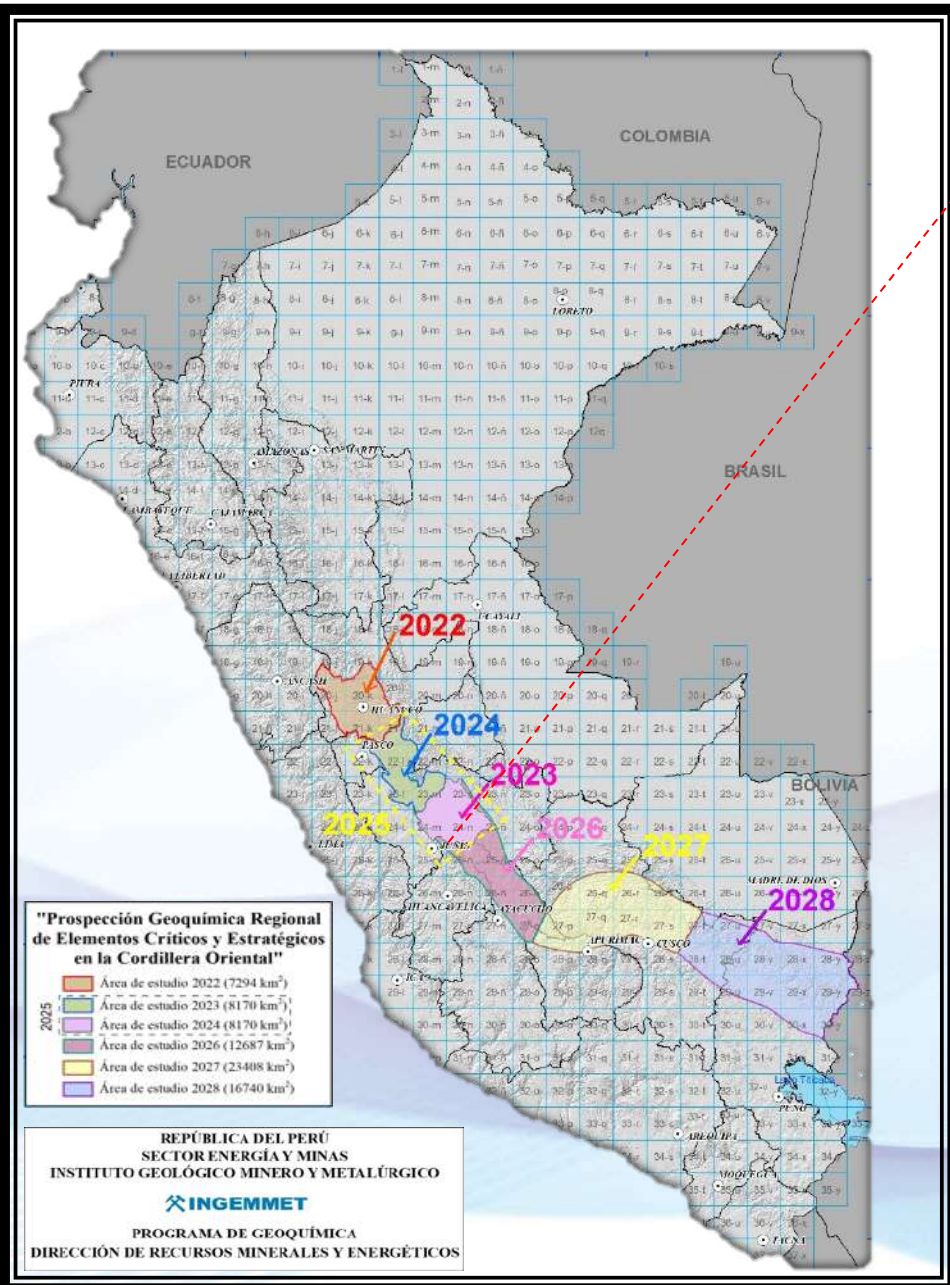
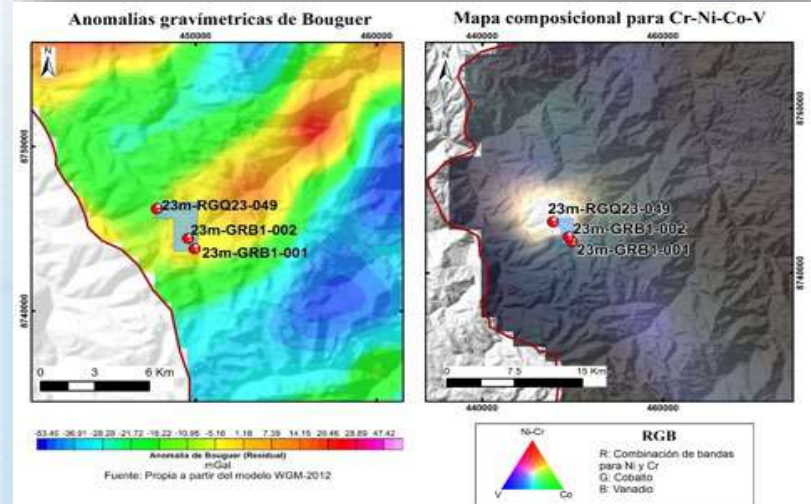
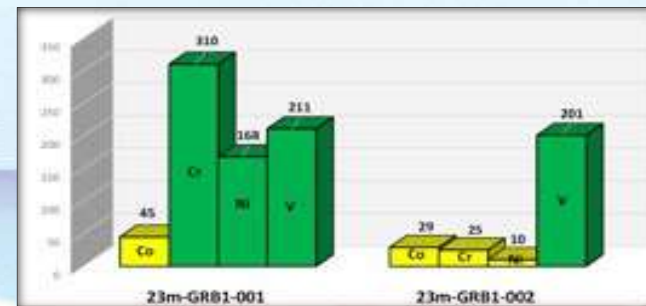
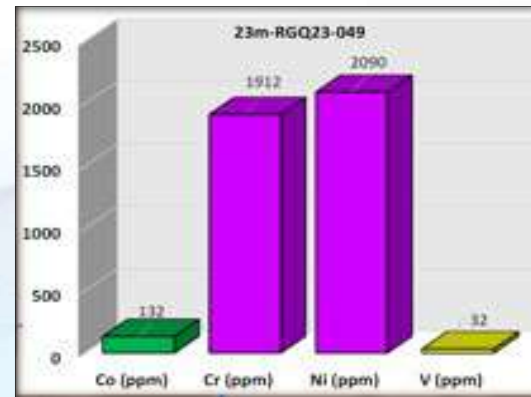
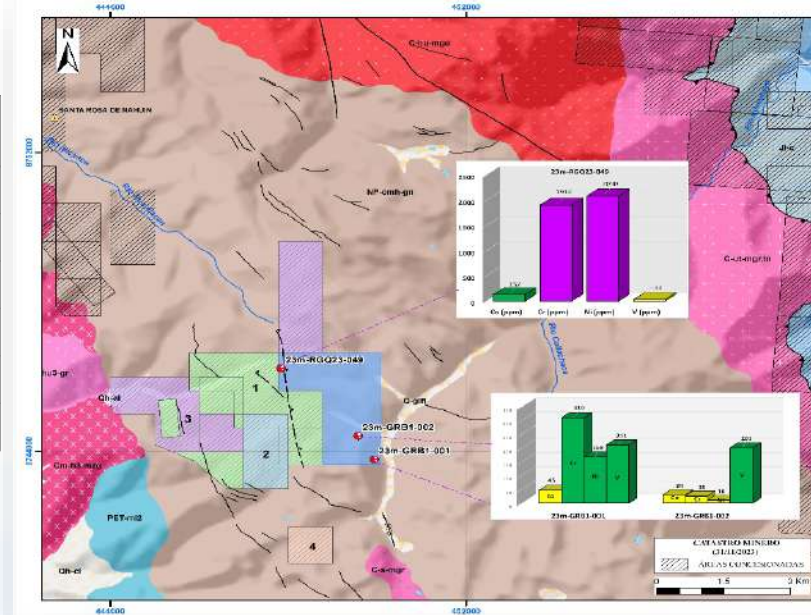
Esquisto fracturado con venas de cuarzo óxidos de hierro, malaquita y crisocola (As: 578 ppm; Ni: 1627 ppm y Cr: 993 ppm).

2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Prospección Geoquímica Regional en la Cordillera Oriental

ÁREAS DE INTERÉS PROSPECTIVO

Nº	Área de interés	Ubicación	Área (km²)	Elementos	Sector litoestratigráfico
1	Huacamachay	Pampa Hermosa/Satipo	3	Au-Ag-Cr-Cu-V-Zn.	Metamórficos del Proterozoico
2	Acocucho	Palca/Tarma	5	Cr-Ni-Co-V.	Metamórficos del Proterozoico
3	Potrero	Acobamba/Huan cayo	3	Amazonita	Metamórficos del Proterozoico
4	Rosas	Acobamba/Huan cayo	3	Cr-Co-Ni-V-Zn.	Intrusivos Permotriásicos
5	Chaquicocha	Acobamba/Huan cayo	3	V-Sr-Cu-Zn.	Intrusivos Permotriásicos
6	Punku Machay	Molinos/Jauja	2	Co-Cr-Cu-Ni-V.	Intrusivos Permotriásicos



2. Evaluación de recursos de minerales críticos

Rol de INGEMMET en la geotermia

Mapa geotérmico del Perú

Estimación del potencial geotérmico de Perú:

3000 MWe

Región 5: eje volcánico sur.
Zona promisoría para el desarrollo de la energía geotérmica en el país.

193 MWe

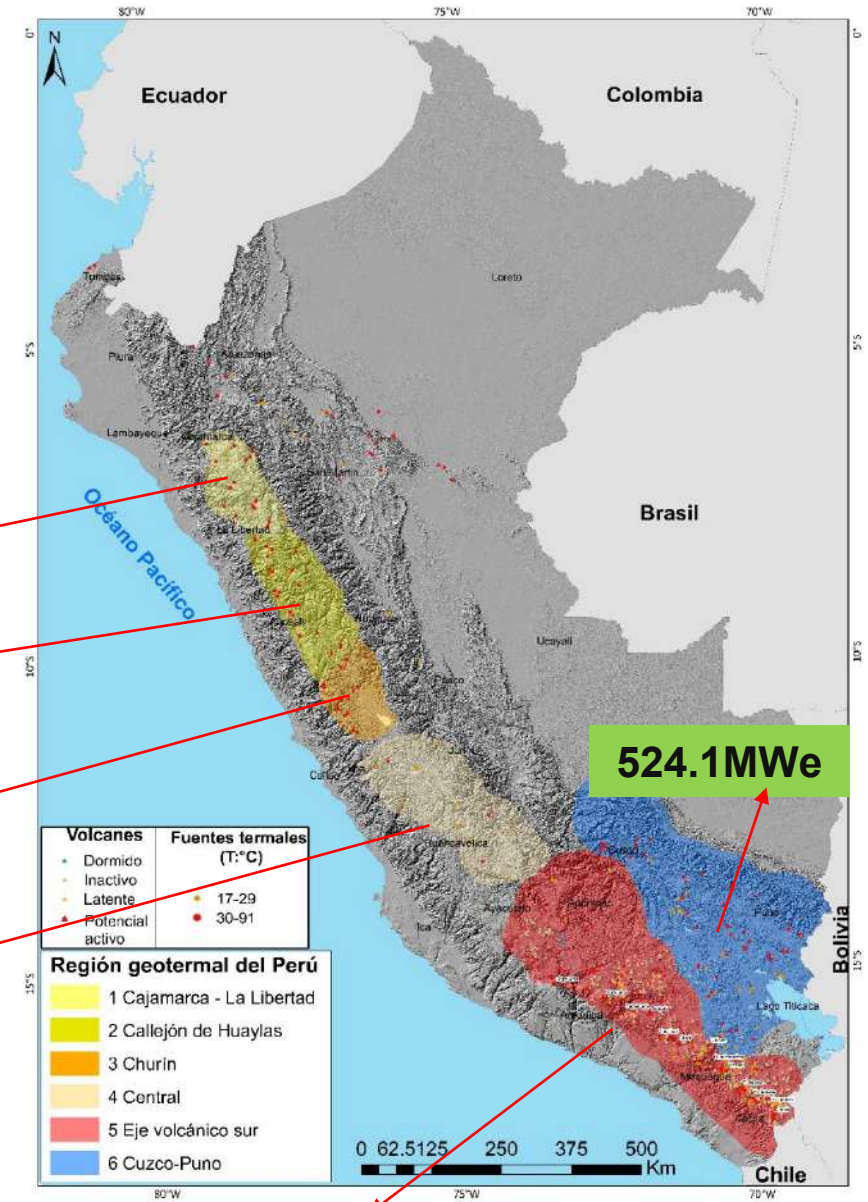
236 MWe

125 MWe

32 MWe

524.1MWe

1597.6 MWe

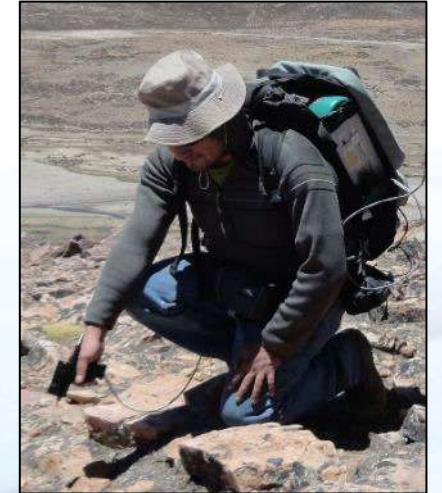
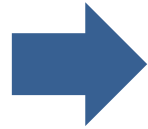


3. Caracterización y gestión de los pasivos ambientales mineros (PAM)

INGEMMET cuenta con un laboratorio de ensayo acreditado bajo la norma NTP ISO/IEC 17025:2017 (método oro), que puede contribuir a la caracterización química, mineralógica y espectral de muestras geológicas y el reaprovechamiento de los PAM. De esta manera, se coadyuva a la puesta en valor del territorio y aprovechamiento sostenible de sus recursos, en beneficio de la sociedad en general.



Análisis químicos.



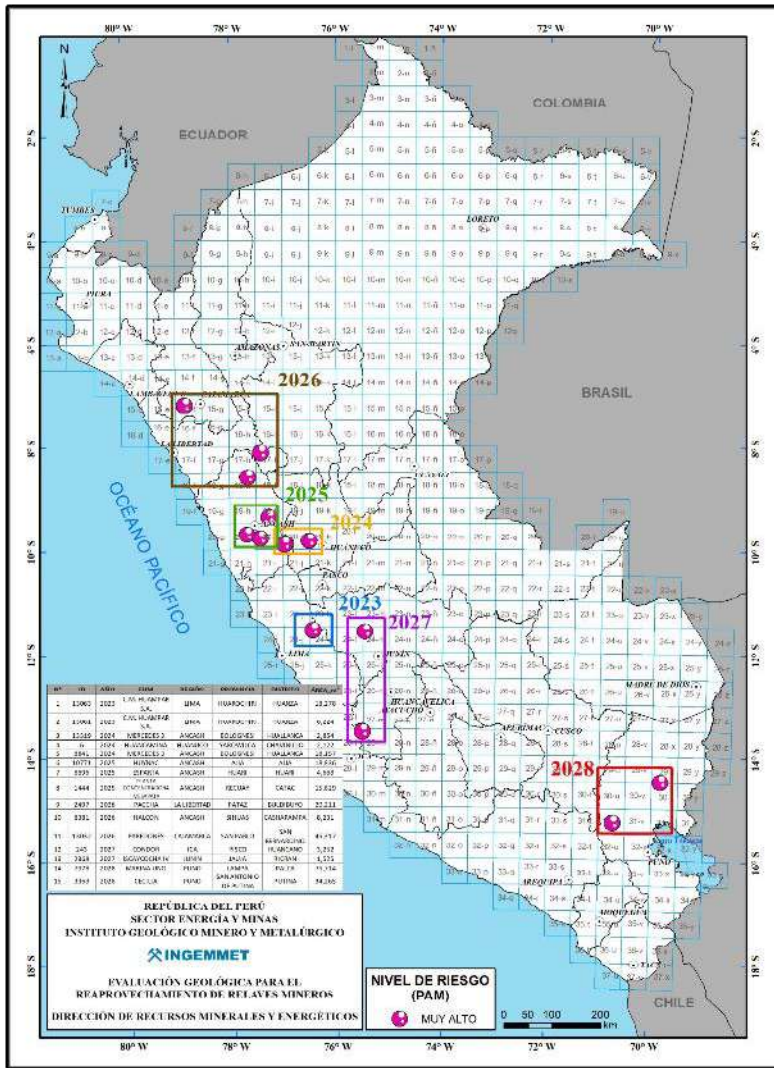
Análisis espectrales.



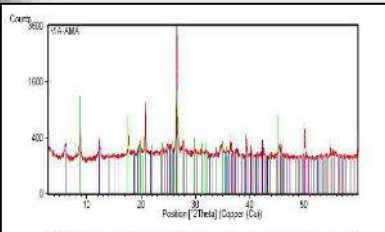
Estudios de
microscopía.



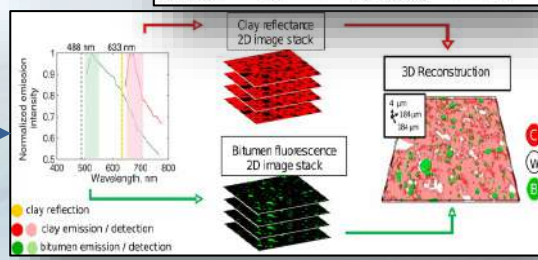
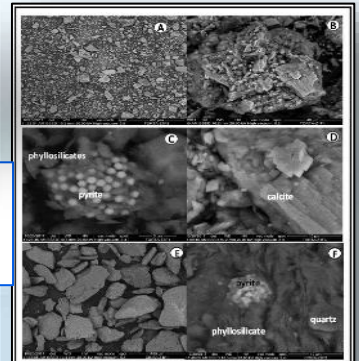
3. Caracterización y gestión de los pasivos ambientales mineros (PAM)



INDICIO	Cd	Pb	As	Ag	Mn	Co	Fe	Zn	S	Hg
IC1 823	1.71	<2	0.125	41	90	0.1	1.032	279	1.0	
IC1 822	1.71	10.10	0.771	43	279	0.1	4.252	1207	4.4	3.529
IC1 821	1.14	<2	5.903	17	114	0.6	1.132	575	4.7	
IC1 819	1.52	4.28	7.521	33	127	7.6	2.103	652	4.1	1.157
IC1 818	<2	4.35	9.413	41	133	7.7	3.471	1.134	5.6	
IC1 817	1.19	3.67	6.070	31	135	7.2	1.888	847	4.7	5.15
IC1 816	0.91	2.73	6.712	33	139	6.9	1.842	749	4.6	
IC1 815	1.09	3.16	6.904	33	214	6.1	2.435	694	3.6	8.01
IC1 814	1.19	3.75	8.068	38	133	7.4	4.257	1.132	4.8	




Ref. Code	Compound Name	Chemical Formula	VIA - AMAs
1 00-010-0418	Vermiculita	Mg ₃ (Al ₂ Si ₄ O ₁₀) ₂ (OH) ₂ H ₂ O	22=5
2 00-036-0911	Mica	(K ₂ Fe)Al ₂ (Si ₄ Al) ₂ O ₁₀ (OH) ₂	16=5
3 01-076-0937	Albata Calcio	(Ca ₂ Al ₂ Si ₂ O ₈) ₂ (OH) ₂	20=5
4 01-083-0330	Cuaczo	Si ₂ O ₄	26=5
5 01-086-0016	Cu-Ni	K ₂ Si ₂ O ₇ ·H ₂ O·xH ₂ O	2=3



3. Caracterización y gestión de los pasivos ambientales mineros (PAM)


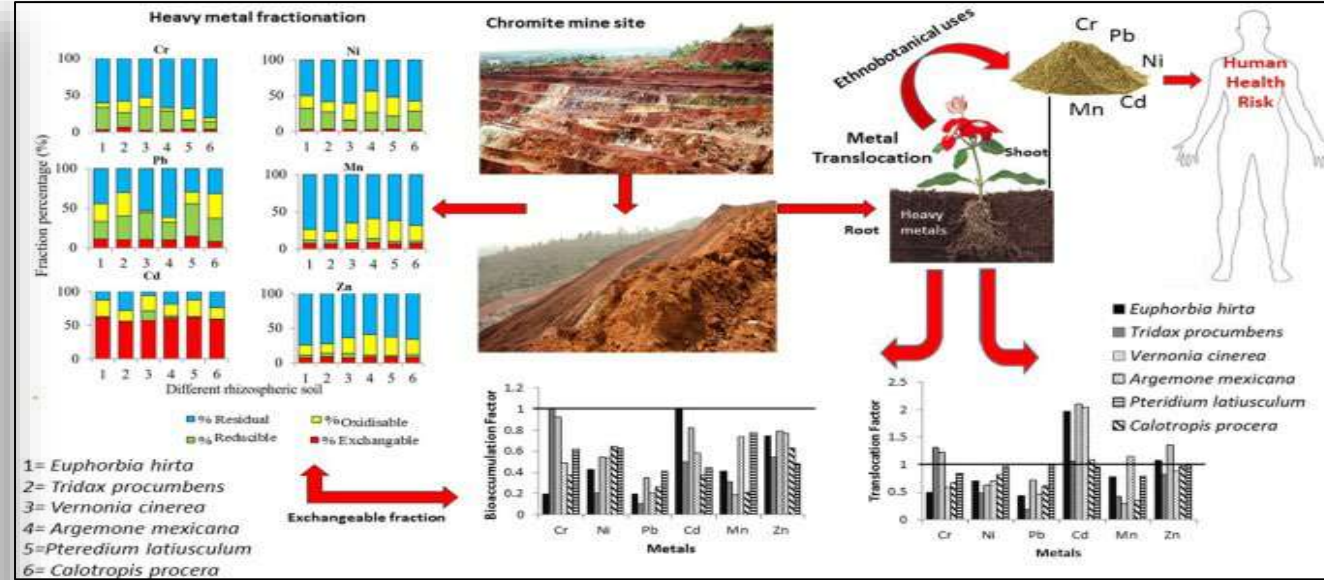
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica
 N° 76

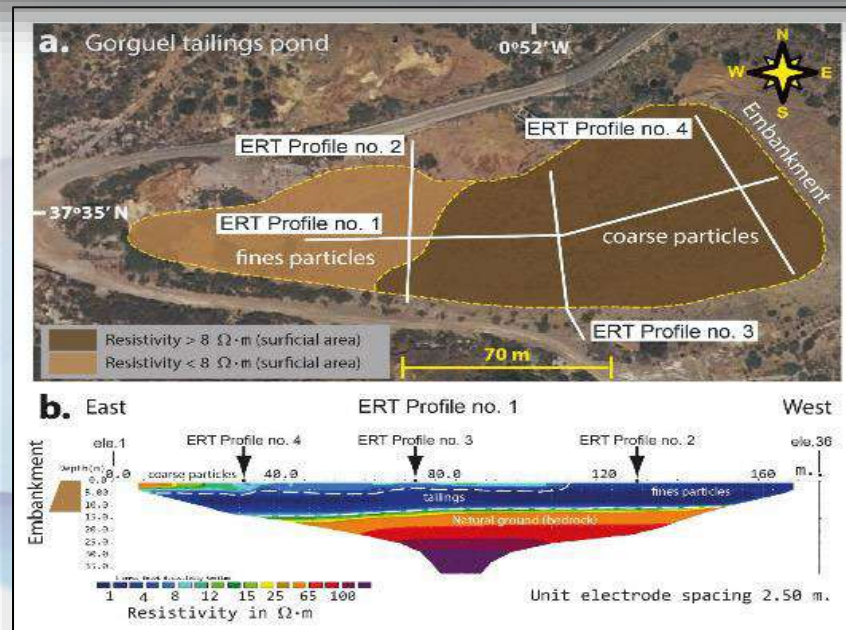


Caracterización geoquímica y mineralógica de relaves mineros
 La Ciénaga - La Libertad

Lima, Perú
 2022

2.4 Biodisponibilidad de metales pesados



2.5 Geofísica

3. Publicaciones

MUCHAS GRACIAS POR SU CORDIAL ATENCIÓN



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO