



# ESTUDIOS GEOLÓGICOS DE RELAVES MINEROS A CARGO DEL ESTADO PERUANO PARA TRANSFORMAR EN ACTIVOS ESTRATÉGICOS

Por: Ing. Walther León Lecaros  
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

2024

# CONTENIDO

Relaves de la ex unidad minera Huampar



**1**

Misión y visión del INGEMMET.

**2**

Pasivos ambientales mineros en el Perú.

**3**

Importancia de los estudios geológicos de relaves mineros.

**4**

Avances en la caracterización de relaves mineros.

**5**

Desafíos y oportunidades de los estudios de relaves mineros.

**6**

Conclusiones.

# Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET

Organismo público técnico especializado del sector energía y minas, que tiene como objetivo la obtención, almacenamiento, registro, procesamiento, administración y difusión eficiente de la información geocientífica y aquella relacionada a la geología básica, los recursos del subsuelo, los riesgos geológicos y el geoambiente.

Conduce el procedimiento ordinario minero conforme a lo dispuesto en la Ley General de Minería y sus reglamentos, desde la solicitud de petitorios hasta su titulación como concesión minera y extinción según las causales fijadas por la ley; ordena y sistematiza la información georeferenciada mediante el Catastro Minero Nacional; administra y distribuye el Derecho de Vigencia y Penalidad.

## 1. INGEMMET-Misión y visión

### **Misión**

Generar y proveer información geológica y administrar los derechos mineros, para la ciudadanía en general, entidades públicas y privadas; con celeridad, transparencia y seguridad jurídica.

### **Visión**

Ser reconocidos como el ente rector de la investigación geocientífica y la autoridad en la gestión eficiente de las concesiones y catastro minero.

# ORGANIZACIÓN DE LA DRME

PRINCIPALES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN



## 2. Pasivos ambientales mineros en el Perú

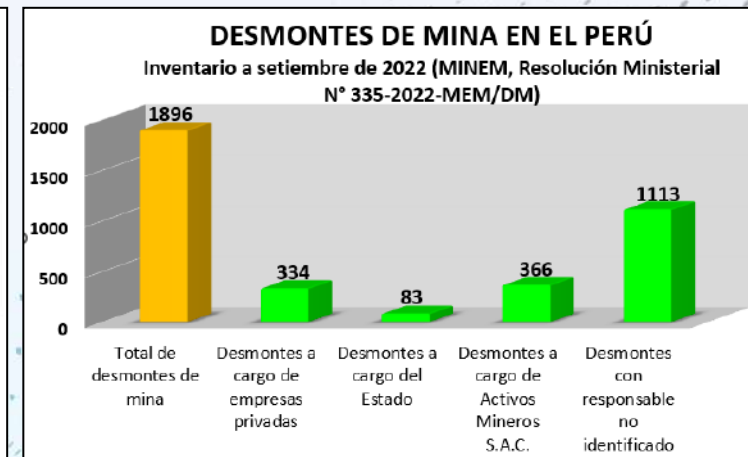
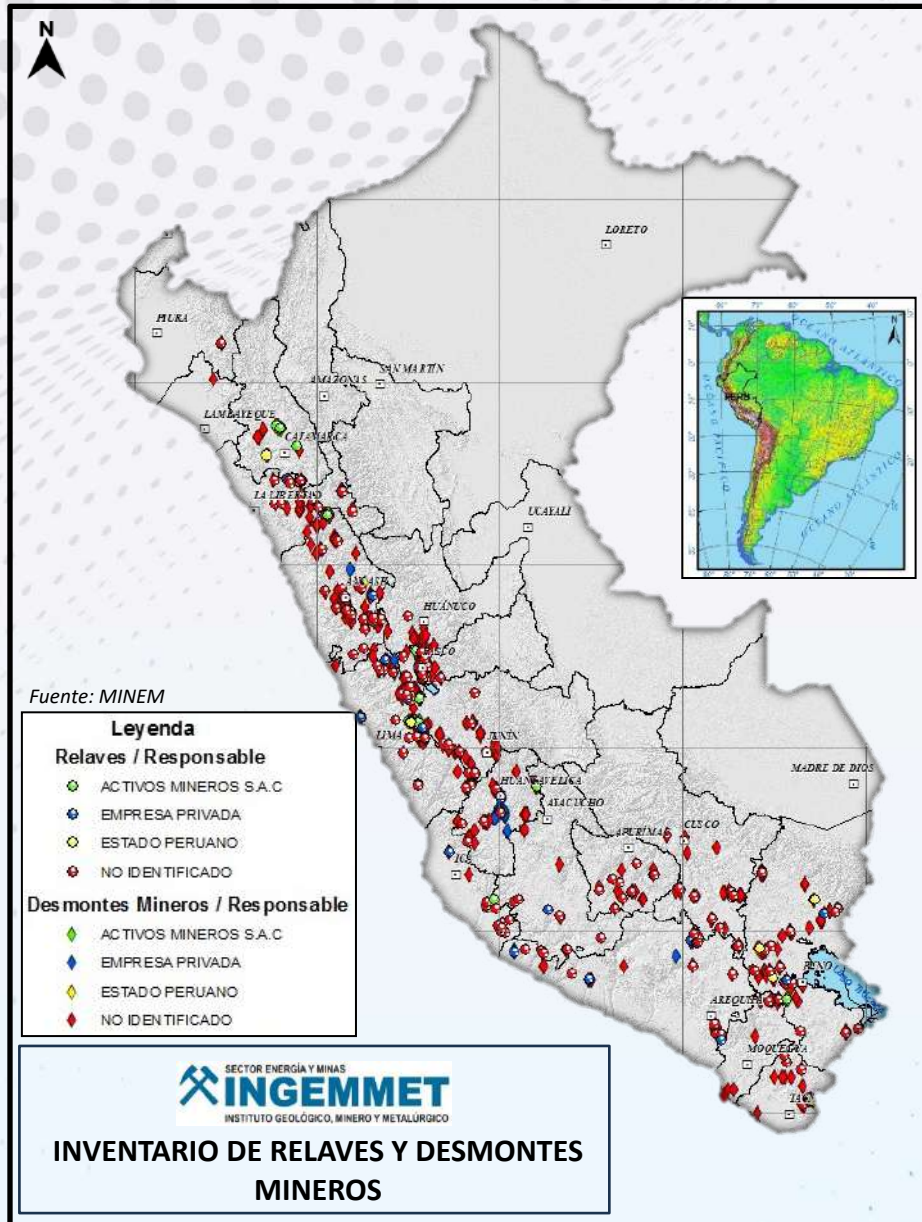
### Normativa legal

En el Perú los Pasivos Ambientales Mineros (PAM) están regulados mediante la ley N° 28271 “Ley que Regula los Pasivos Ambientales de la Actividad Minera”, y su modificatoria dada por la Ley N° 28526.

Mediante el Decreto Supremo N°003-2009, se modificó el Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera, aprobado por D.S. N° 059-2005-EM.

### Artículo 7º.- Del inventario de pasivos ambientales mineros

*La DGM, en coordinación con la DGAAM y el INGEMMET, conduce las acciones para la identificación y elaboración del inventario de los pasivos ambientales mineros, considerando los riesgos inherentes a dichos pasivos.*



### 3. Importancia de los estudios geológicos de relaves mineros



BO Consulting, 2012. Reportó: 2.9 Mt a 1.43% Zn, 0.79% Pb, 43.1 g / t Ag y 0.04% Cu

- ✓ Los relaves mineros por su antigüedad y procedencia, pueden contener elementos de importancia económica.
- ✓ Los estudios geoquímicos y mineralógicos de relaves son importantes para comprender su composición mineral y distribución de elementos *comodities* y críticos, con la finalidad de determinar el potencial de reaprovechamiento.
- ✓ Son fundamentales porque proporcionan información valiosa para desarrollar estrategias de gestión efectiva de residuos mineros.
- ✓ El **INGEMMET** puede contribuir en la identificación de PAM (relaves, desmontes mineros y otros), y en la evaluación de riesgos e impactos en la salud y en el medio ambiente.
- ✓ El **INGEMMET** está en la capacidad para realizar estudios de caracterización geoquímica, geofísica, mineralógica e hidrogeológica que pueden contribuir a poner en valor los relaves y desmontes mineros.

### 3. Importancia de los estudios geológicos de relaves mineros



#### Recuperación de Minerales

Pueden contener concentraciones valiosas de minerales que pueden ser recuperados y reaprovechados en diversos procesos.



#### Aplicaciones en Construcción

Pueden ser procesados y utilizados como materia prima para la fabricación de cemento, ladrillos o agregados para la construcción.



#### Usos Agrícolas

Incorporación de relaves en el suelo para mejorar la fertilidad.



#### Aplicaciones Geoambientales

Pueden emplearse en la remediación de suelos contaminados o como material adsorbente para el tratamiento de aguas residuales.

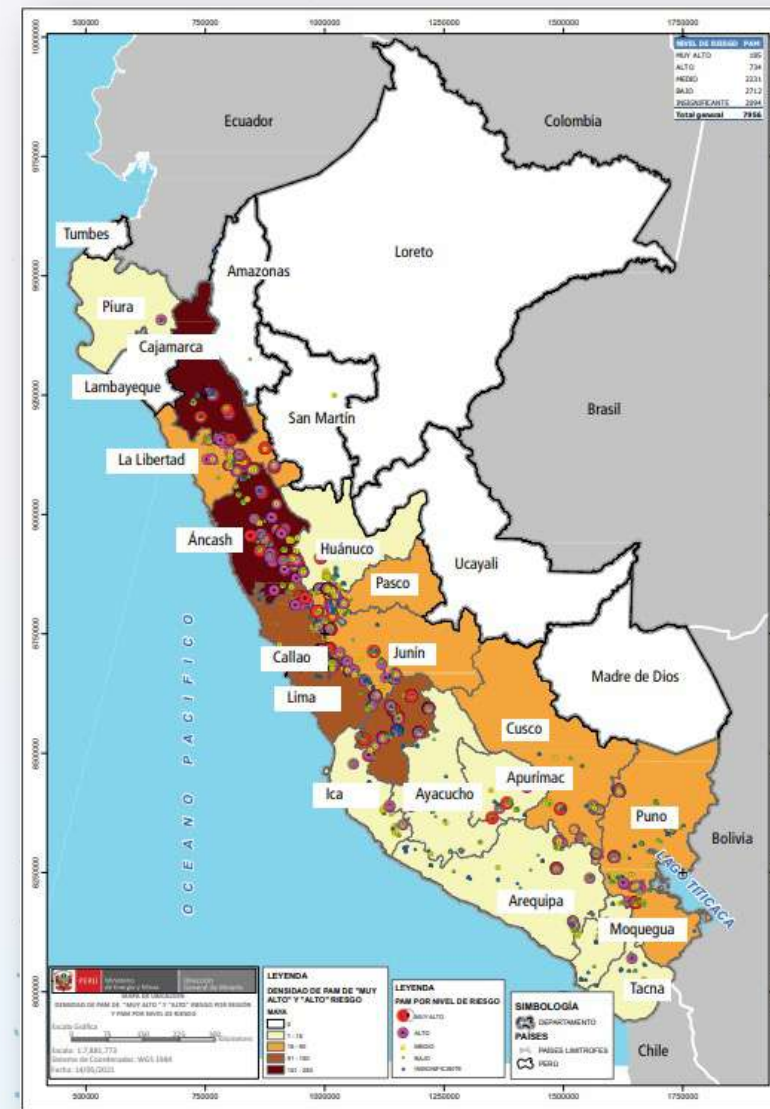


## 4. Avance en la caracterización de relaves mineros

### Convenio entre INGEMMET y el MINEM (06-12-2023)

### Actividad RRM: “Evaluación geológica de relaves mineros para su reaprovechamiento”

- ✓ Realizar la **evaluación geológica** de relaves mineros para su **reaprovechamiento y/o remediación**; priorizando caracterizar los principales **elementos críticos y/o estratégicos** presentes en los relaves mineros del territorio peruano.
- ✓ Generar información geoquímica, mineralógica, geofísica, hidrogeológica y espectral útil para la **evaluación económica (reaprovechamiento de relaves mineros) y ambiental.**



FUENTE: MNEM, 2020.



# 4. Avance en la caracterización de relaves mineros

Lista priorizada de pasivos ambientales mineros, subtipo relaves de muy alto y alto riesgo - DGM



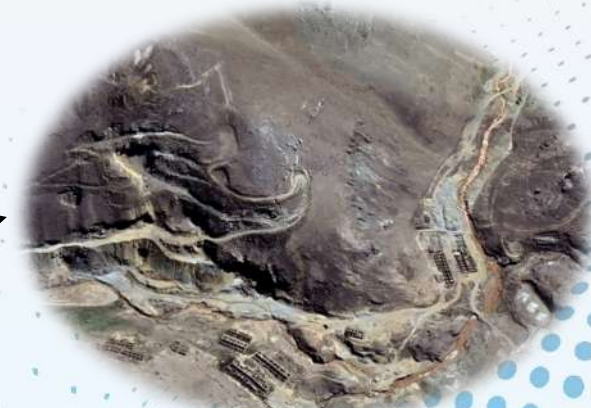
Relavera Paccha – La Libertad



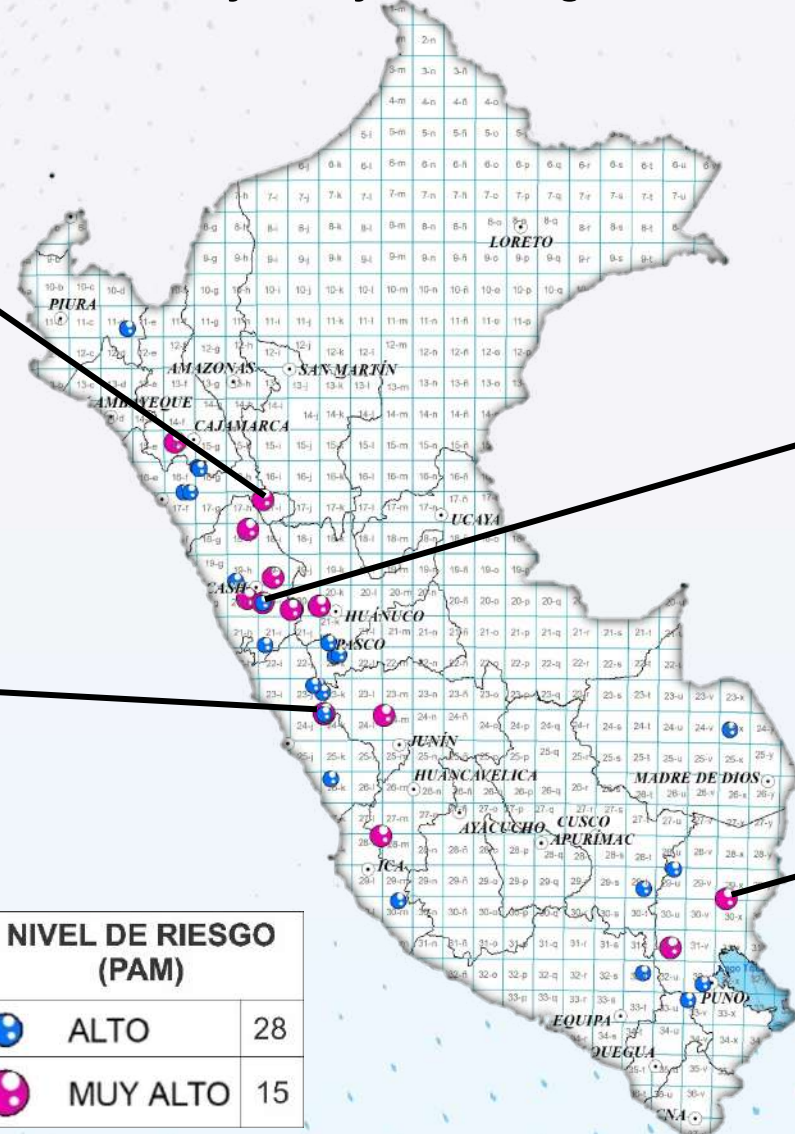
Relavera Planta concentradora Mesapata - Ancash



Relavera Huampar - Lima



Relavera Cecilia - Puno



NIVEL DE RIESGO (PAM)		
	ALTO	28
	MUY ALTO	15

Relaves La Ciénaga – La Libertad



Relave de Halcón – Ancash








Relaves de Huampar – Lima



Relave de Cecilia – Puno

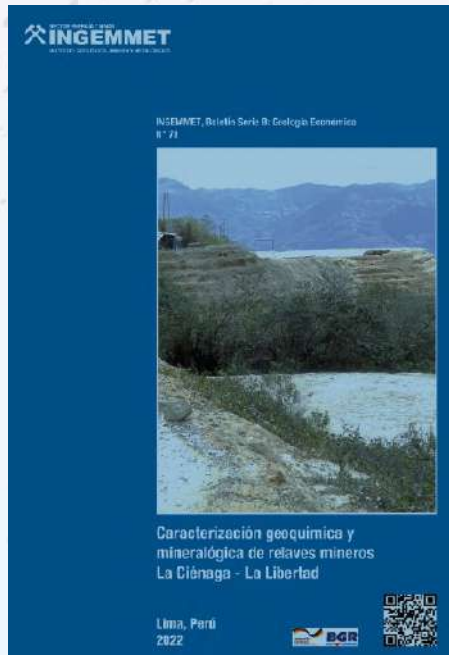


SÍMBOLOS	
	Relaves estudiados (2019-2023)
	Relaves a estudiar (2024)
	Nombre de departamento
	Drenaje
	Laguna

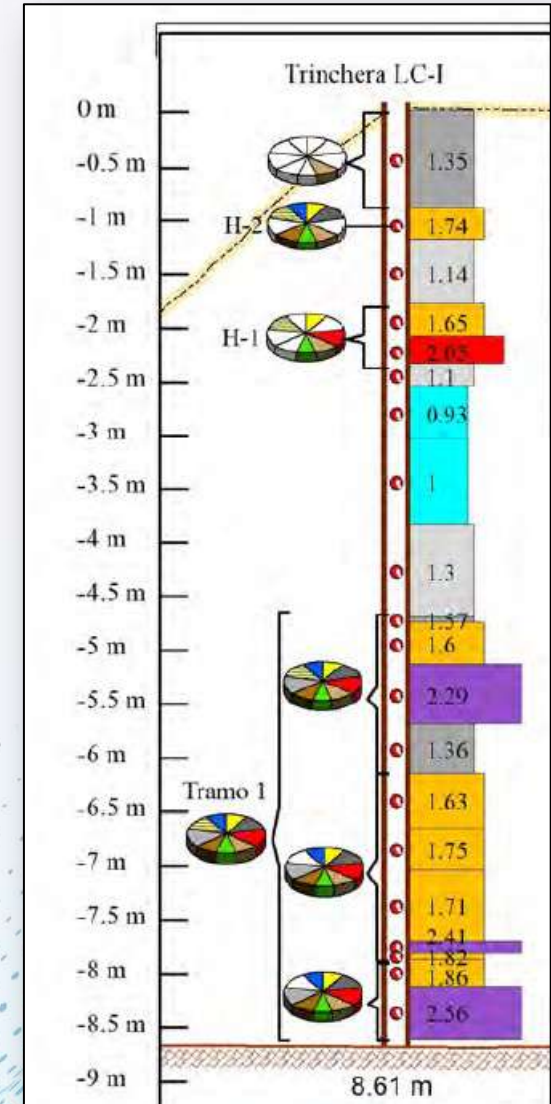
REPÚBLICA DEL PERÚ  
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO  
 Dirección de Recursos Minerales y Energéticos  
  
**RRM - T05: EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE RELAVES MINEROS PARA SU REAPROVECHAMIENTO**

## 4. Avance en la caracterización de relaves mineros

- Durante el **2019 y 2020**, mediante cooperación técnica con el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR), se realizó la caracterización geoquímica de los relaves La Ciénaga (La Libertad).



Au (ppm)	
Fuertemente bajo	0.70 - 0.76
Moderadamente bajo	0.77 - 1.03
Ligeramente bajo	1.04 - 1.30
Ligeramente alto	1.31 - 1.59
Moderadamente alto	1.60 - 1.86
Fuertemente alto	1.87 - 2.13
Anomalia positiva	2.29 - 2.56

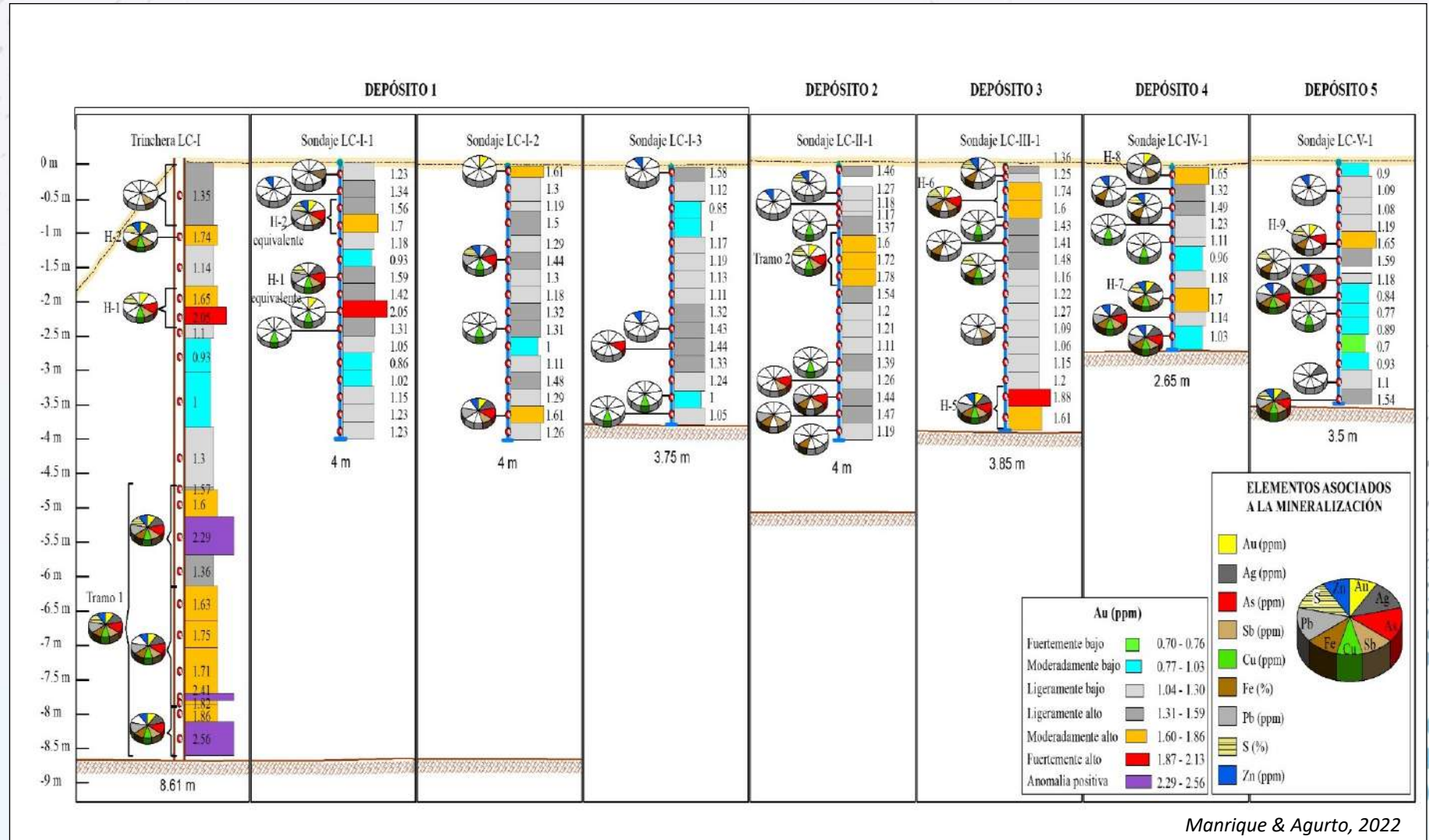


## Distribución geoquímica de los principales elementos de los relaves La Ciénaga

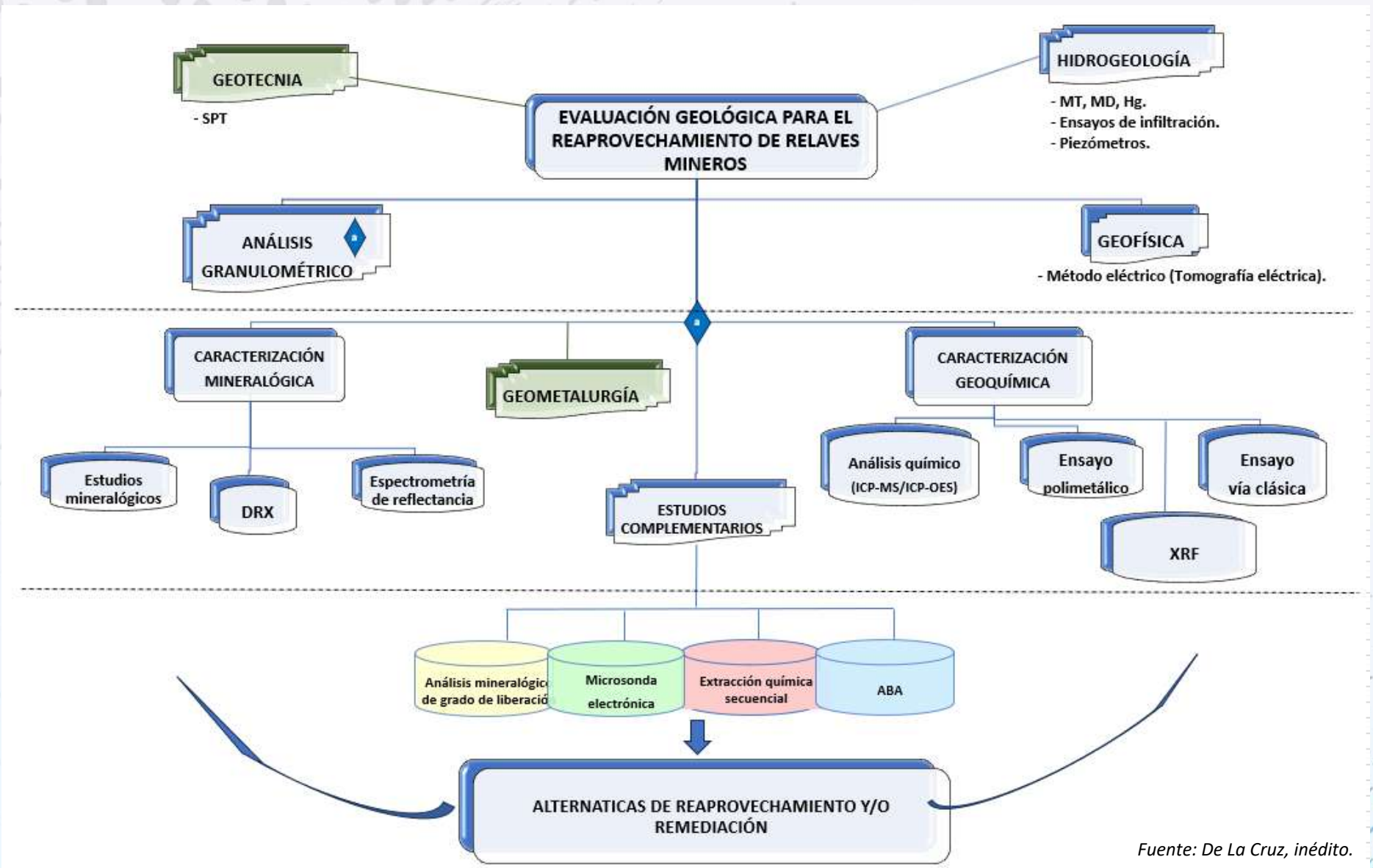
Au :  $1.31 \pm 0.27$  ppm  
As :  $7\ 868 \pm 1,126$ ppm  
Pb :  $3373 \pm 1115$  ppm

Asociados con:

Ag :  $5.05 \pm 3.42$  ppm  
Cu :  $131 \pm 29$  ppm  
Fe :  $7.02 \pm 0.93$  %  
S :  $4.7 \pm 1.2$  %  
Sb :  $30 \pm 10$  ppm  
Zn :  $1\ 386 \pm 588$  ppm  
Hg :  $\sim 1500$  ppb  
(LC-I, Flanco W)



# 4. Avance en la caracterización de relaves mineros

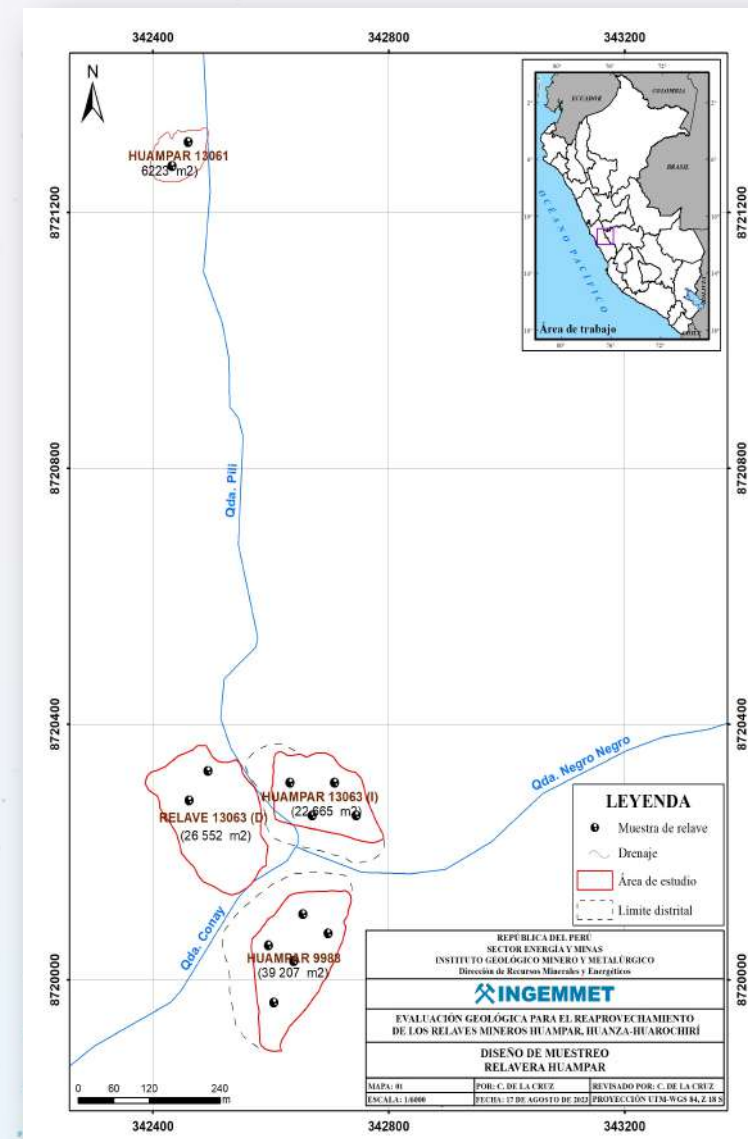


Fuente: De La Cruz, inédito.

## 4. Avance en la caracterización de relaves mineros

# Caracterización geoquímica y mineralógica de los relaves mineros de Huampar - Lima

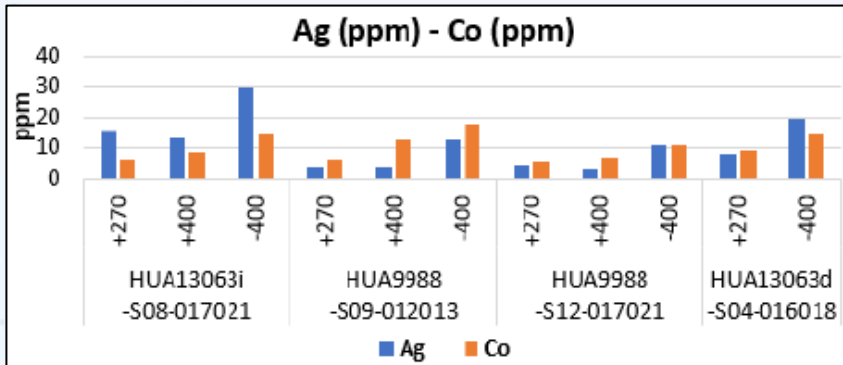
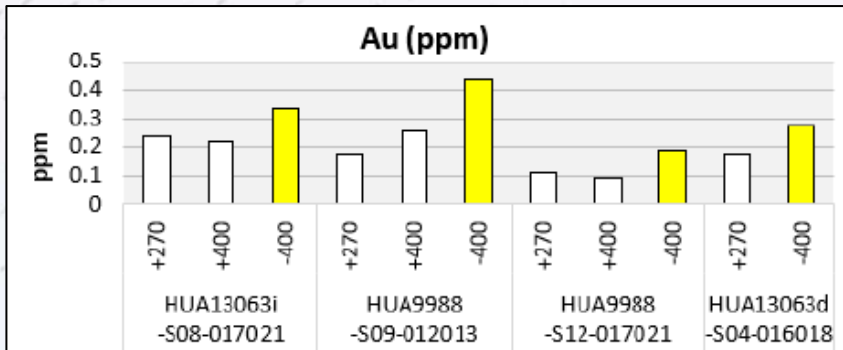
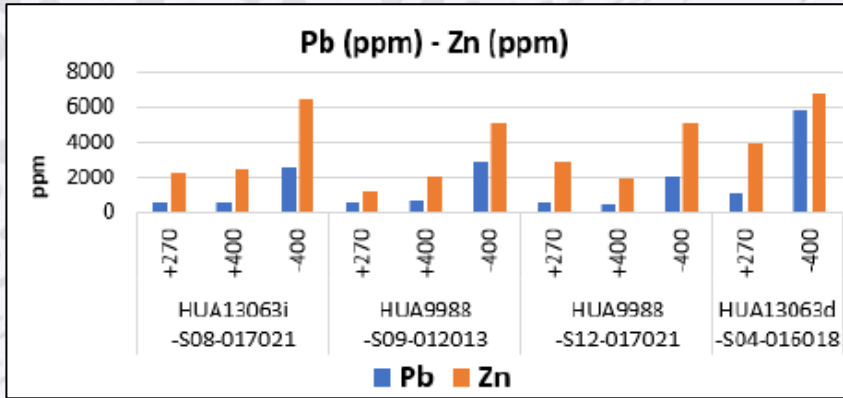
- En el **2023** en conjunto con la Dirección General de Minería (DGM) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) se viene desarrollando la “Evaluación Geológica para el Reaprovechamiento de los Relaves Mineros, en la ex Unidad Minera Huampar en el distrito de Huanza, provincia Huarochirí-Lima”.



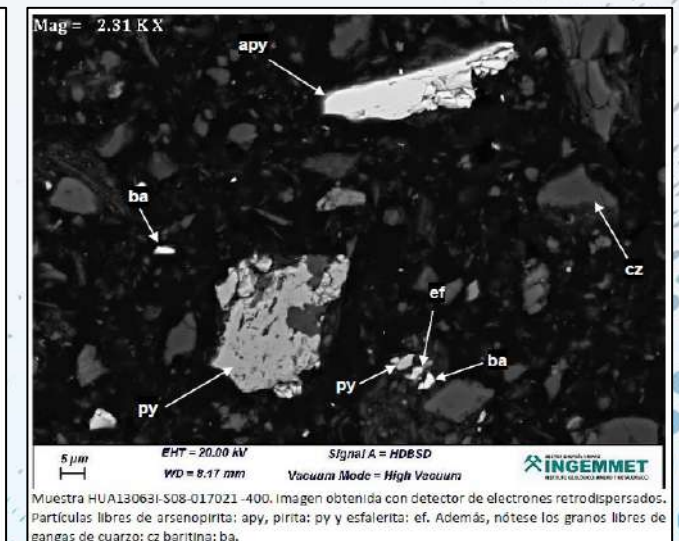
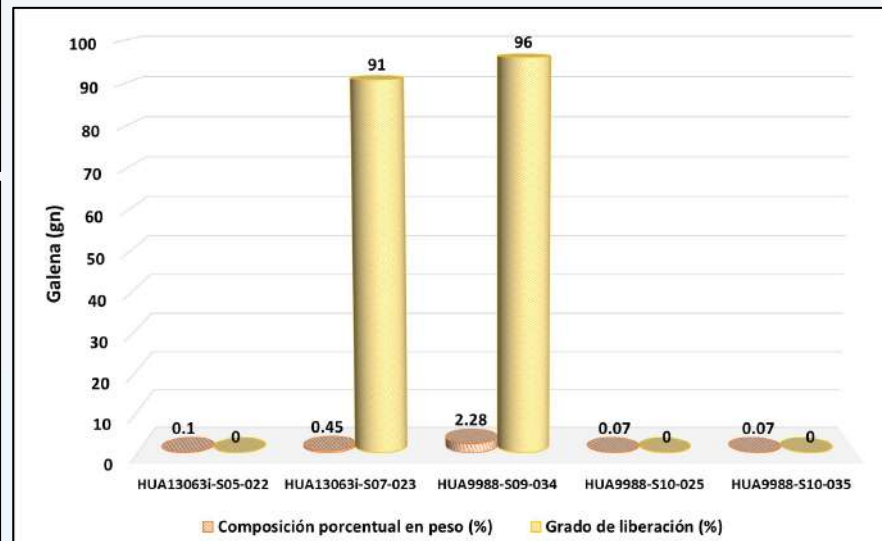
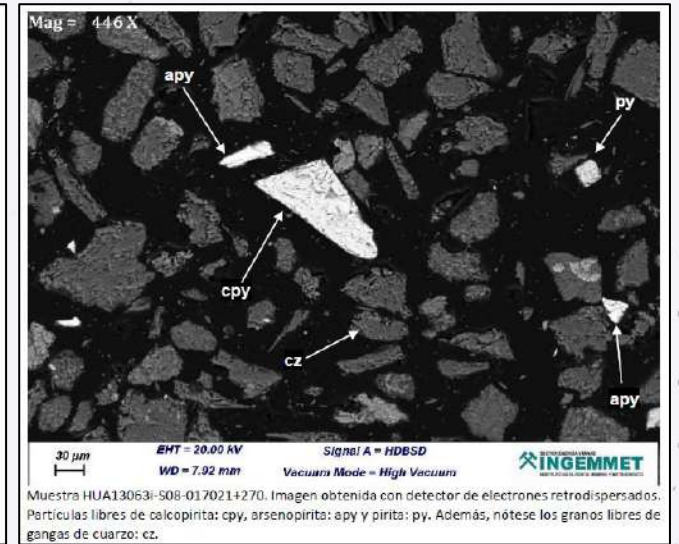
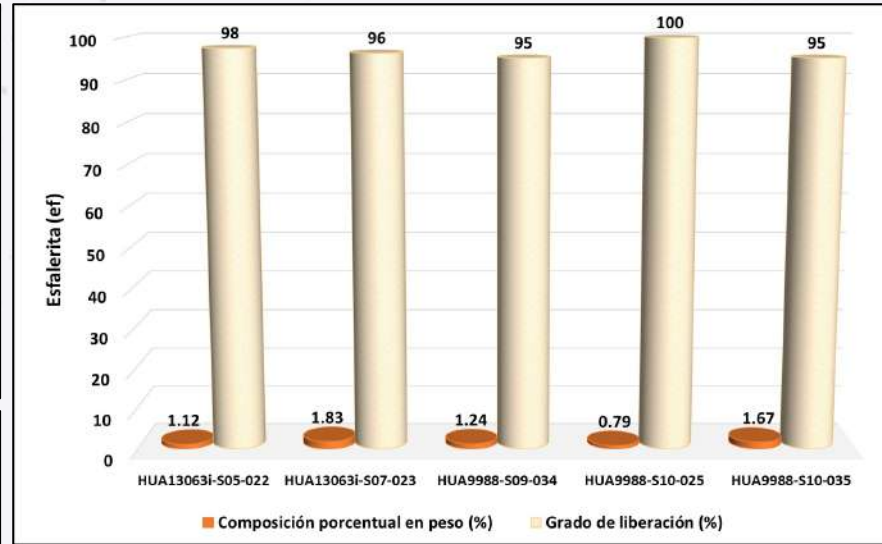




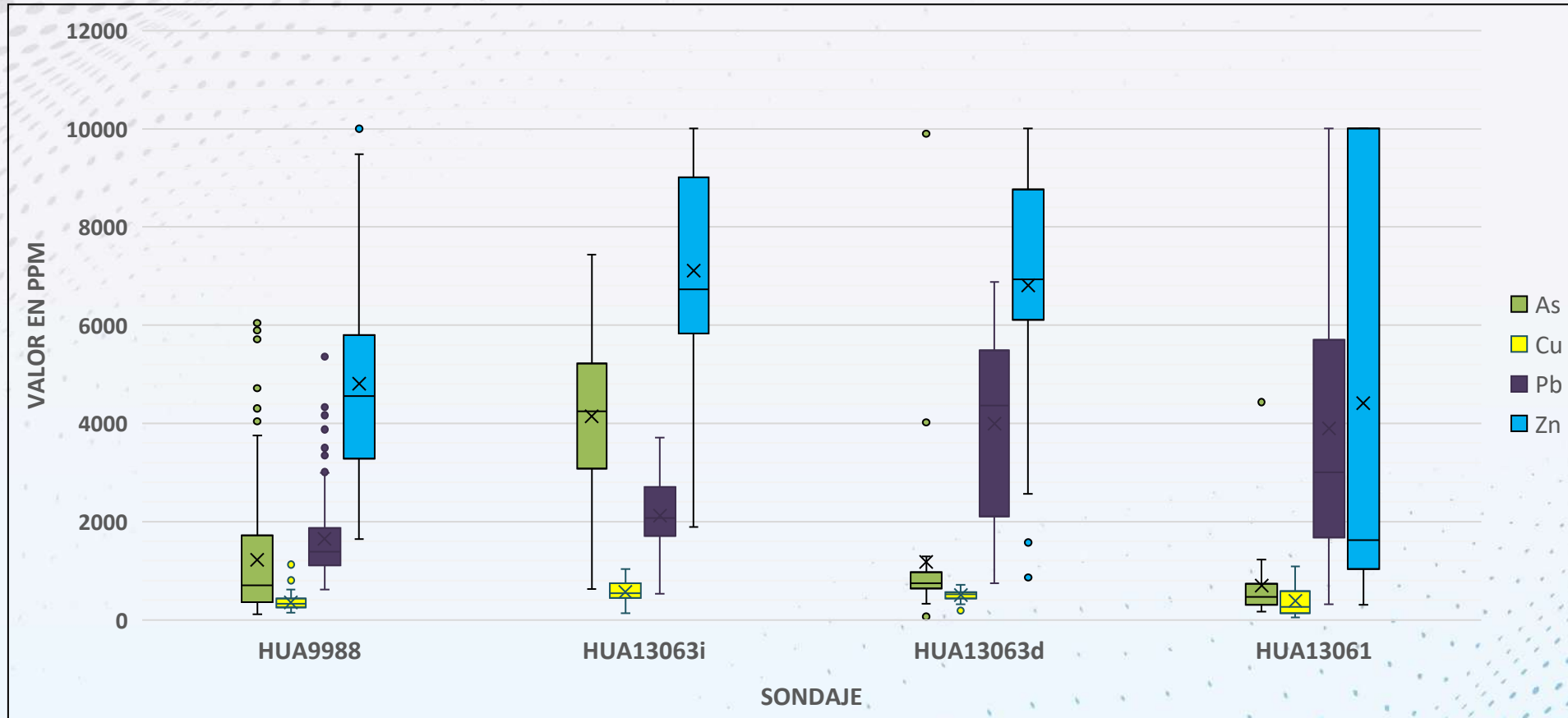
## Análisis granulométrico



## Análisis mineralógico y grado de liberación

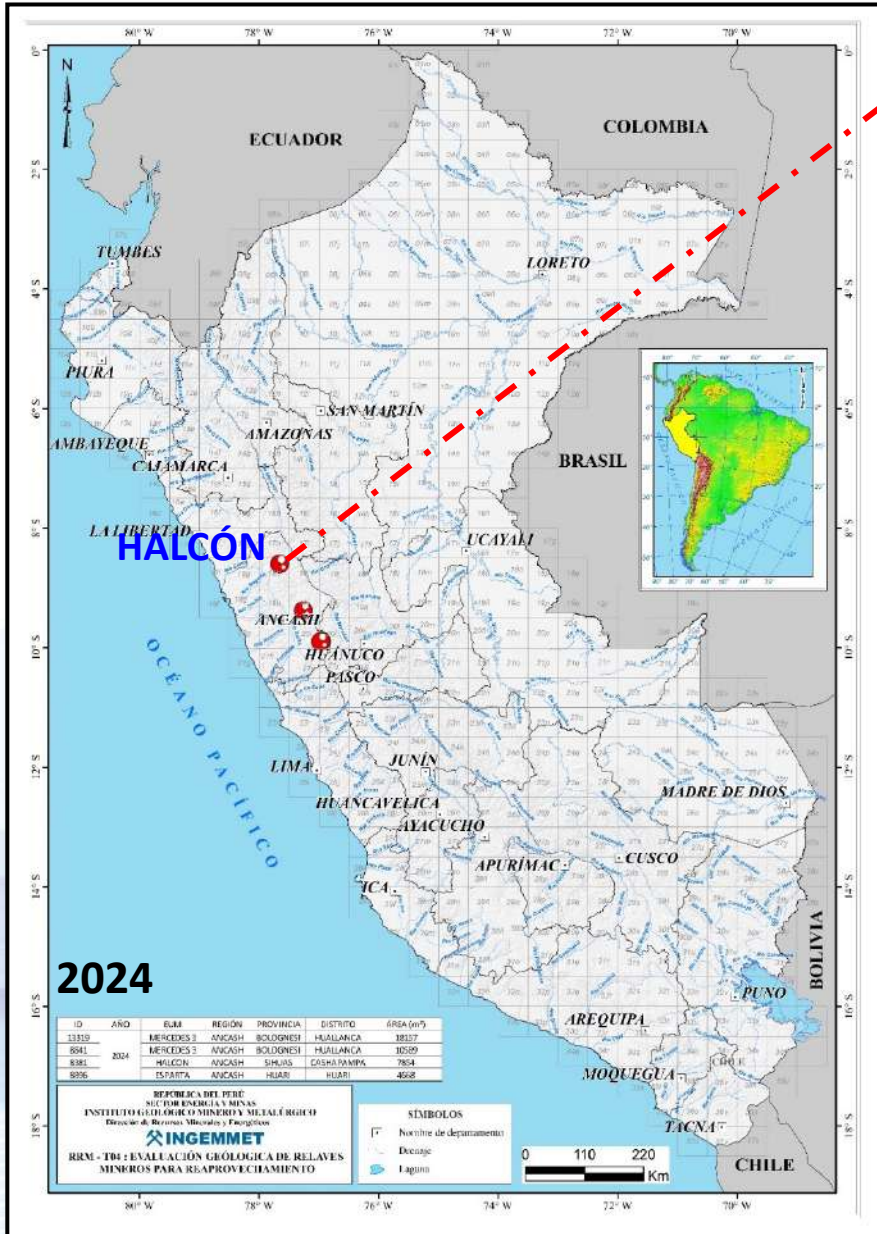


# Distribución geoquímica de Zn, Pb, Cu y As en relaves mineros de Huampar - Lima



Elemento		Valor mínimo	Valor máximo
Au	(ppm)	0.04	3.65
Ag	(ppm)	1.5	77
As	(ppm)	65.8	9899
Cd	(ppm)	1.02	116
Cu	(ppm)	44.3	1125
Pb	(%)	319	1.6
Zn	(%)	310	2

# ACTIVIDAD RRM-T05: EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE RELAVES MINEROS PARA SU REAPROVECHAMIENTO



Fotogrametría



Muestreo de aguas



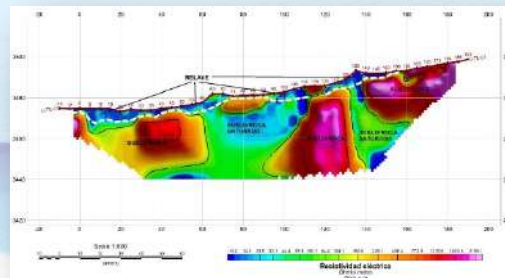
Geoquímica

Tipo de muestra	Tipo de análisis y/o estudio	Cantidad
Relave	Análisis químico	40
	Difracción de rayos X	10
	Microscopía de electrónica de barrido	3
	Análisis de espectros minerales (terraspec)	16
	Ensayos de flotación	5
	Cianuro libre	1
	Cianuro total	1
	Microsonda	1
Suelo	Análisis químico	18

Puntos de control



Geofísica



Pruebas de infiltración

Hal-EI-004	
Norte:	9048476
Este:	207556
Cota:	3382
Fecha:	30/04/2024
Hora:	13:50
t (minutos)	d (cm)
1	47
2	38
3	32
4	35
5	38
6	32
7	38
8	37
9	42
10	41



Observaciones  
 Realizado en otro sector del relave observándose un depósito más compacto, se hizo a 55 cm de profundidad

- 15 muestras de aguas.
- 06 ensayos de infiltración, método de Lefranc.
- 01 instalación de piezómetro.



## 6. CONCLUSIONES

- ✓ En convenio con la DGM del MINEM en el primer lustro se priorizará la evaluación geológica para el reaprovechamiento de relaves mineros de nivel de riesgo Muy Alto y Alto.
- ✓ El INGEMMET esta en la capacidad para evaluar los pasivos ambientales mineros, con énfasis a los de subtipo relaves y desmontes mineros, por su relevancia económica, social y ambiental.
- ✓ Innovar en investigaciones de elementos críticos y/o estratégicos y tierras raras que la industria requiere para la transición energética al 2050.