

# INFORME GEOQUIMICO – RELAVES SMRL ACUMULACIÓN LOS ROSALES



Rev No.	Fecha	Descripción	Preparado Por	Revisado Por	Aprobado Por
A	27/26/2022	Informe Geoquimico	AS	BR	JM
Comentarios:					

GOLDEN GROWING SAC

**Preparado por**

Teléfono: 927488420

Correo:

golden.growing@ggrowing.com

Página Web:

www.ggrowing.com



## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>1. EVALUACIÓN GEOQUÍMICA</b>	4
1.1. Metodología y objetivo de estudio	4
1.2. Objetivos del estudio	4
1.3. Ensayos	4
1.3.1. Test Estático ABA - Evaluación del Potencial de Acidificación	4
1.3.2. Ensayos NAG	5
1.3.3. Análisis SPLP	5
1.4. Criterios para determinar la generación acida de DAR	5
1.5. Resultados de ensayos ABA y NAG	7
1.5.1. Figuras de ensayos estático ABA	8
1.5.2. Figuras de ensayos estático NAG	8
1.6. Resultado Análisis SPLP	9
<b>CONCLUSIONES</b>	13

### LISTA CUADROS:

<b>Cuadro 1.</b> Parámetros a evaluar ensayo ABA	4
<b>Cuadro 2.</b> Parámetros a evaluar ensayo ABA	5
<b>Cuadro 3.</b> Primer Criterio para Determinar la Generación de DAR	6
<b>Cuadro 4.</b> Segundo Criterio para Determinar la Generación de DAR	6
<b>Cuadro 5.</b> Tercer Criterio para Determinar la Generación de DAR	6
<b>Cuadro 6.</b> Criterio para Determinar la Generación de DAR Según Test NAG	7
<b>Cuadro 7.</b> Resultados de ABA y NAG	7
<b>Cuadro 8.</b> Resultado de análisis de ensayo SPLP	9

### LISTA DE GRAFICOS:

<b>Gráfico 1.</b> Relación Ph y %sulfuro para indicar el potencial de generación ácida	8
<b>Gráfico 2.</b> Potencial de neutralización (PN) VS Potencial de acidez (PA)	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>
<b>Gráfico 3.</b> Relación RPN VS pH NAG para indicar el potencial de generación	8
<b>Gráfico 4.</b> Relación PNN vs pH NAG para indicar el potencial de generación ácida	9
<b>Gráfico 5.</b> Concentración de arsénico _Análisis SPLP	10
<b>Gráfico 6.</b> Concentración de Cadmio _Análisis SPLP	11
<b>Gráfico 7.</b> Concentración de hierro disuelto _Análisis SPLP	11
<b>Gráfico 8.</b> Concentración de plomo total _Análisis SPLP	12
<b>Gráfico 9.</b> Concentración de zinc total _Análisis SPLP	12

## INTRODUCCIÓN

SMRL Acumulación Los Rosales, con calificación de Pequeño Productor Minero (PPM), tiene una capacidad de producción actual de 160 TM/D DE CIANURACIÓN reaprovechamientos de relaves, habiendo obtenido la autorización de ampliación de la capacidad de operación hasta 340 TM/D, mediante la Resolución Directoral N.º 045-2021-GRP-GRDE-DREM-PUNO/D. La PB-LR reaprovecha y reutiliza Pasivos Ambientales Mineros, autorizados por el Ministerio de Energía y Minas, y la Dirección Regional de Energía y Minas – Puno, mediante la Resolución N° 0240-2012-MEM-DGM/V; Resolución N° 0147-2014-MEM-DGM/V; y Resolución Directoral N° 011-2016-GRP-DREM-PUNO/D., siendo un total de 19 PAMs.

La evaluación geomecánica servirá para determinar el potencial de generación de drenaje ácido de roca (DAR). El fenómeno del DAR es un proceso natural que resulta de la oxidación de los minerales sulfurados y la consecuente lixiviación de los metales asociados, cuando son expuestos simultáneamente al aire y al agua.

## 1. EVALUACIÓN GEOQUÍMICA

### 1.1. Metodología y objetivo de estudio

El presente informe es consistente con la guía para el alcance desarrollado la estabilidad química de faenas e instalaciones mineras (SERNAGEOMIN Chile, 2015), Manual de Predicción para el Drenaje Químico de los Materiales Geológicos Sulfúricos (MEND, 2009), así como con la Guía Global de Drenaje Ácido de Roca (GARD por sus siglas en inglés) (INAP 2009) y las Guías y Métodos Recomendados para la Predicción de Lixiviación de Metales y Drenaje Ácido de Roca de British Columbia (Price, 1997).

### 1.2. Objetivos del estudio

Determinar el potencial de generación de acidez mediante indicadores como el potencial de neutralización, potencial de acidez, pH en pasta y otros de los resultados de análisis ABA y NAG y SPLP.

### 1.3. Ensayos

Los ensayos por realizar definirán el balance entre los minerales potencialmente generadores de ácido y aquellos potencialmente consumidores de ácido en una muestra.

#### 1.3.1. Test Estático ABA - Evaluación del Potencial de Acidificación

Conteo Ácido – Base (ABA por sus siglas en inglés) consiste en la realización de los siguientes ensayos: Potencial de Neutralización Neto (PNN), Potencial de Neutralización (PN), Potencial de Acidez Máximo (PA), Grado de Efervescencia, pH en Pasta, Azufre Total, Sulfuro, Sulfato lixiviable en HCl. Sulfato Total (lixiviable en carbonato), Carbón Inorgánico (CO<sub>2</sub>). Los parámetros a analizar en laboratorio serán los siguientes:

*Cuadro 1. Parámetros a evaluar ensayo ABA*

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif/Detec
<b>Test ABA</b>			
Azufre total	PE-4408	Anal. Elemental	0.01%
Fizz Rating	PE-4409	Inspec Visual	0,0
PH Pasta	PE-4416	Electrometría	2,00 unidades de PH

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif/Detec
Potencial de Acidez Máximo (MPA)	PE-4407	Calculado	0,313 kg Ca CO3/Ton
Potencial de Neutralización Neto (NNP)	PE-4407	Calculado	-500 Kg Ca CO3/Ton
Potencial de Neutralización Lawrence	PE-4403	Volumetría	-500 Kg Ca CO3/Ton
Ratio Potencial de Neutralización (RNP)	PE-4407	Calculado	-161
Sulfato Total	PE-4005	Anal. Elemental	0,01 % S
Sulfuro Total	PE-4016	Anal. Elemental	0,01%

### 1.3.2. Ensayos NAG

El ensayo NAG (Generación Neta de Acidez) es una prueba sencilla y complementaria a los ensayos ABA que se utiliza para determinar el potencial neto de generación ácida, y se basa en la oxidación acelerada de los sulfuros a sulfatos en presencia de peróxido (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Las pruebas de Generación Neta de Ácido (NAG por sus siglas en inglés) NAG: pH 4,5 y pH 7,0. Los parámetros a analizar en laboratorio serán los siguientes:

**Cuadro 2. Parámetros a evaluar ensayo ABA**

Parámetro	PNT	Técnica	Lim Cuantif/Detec
<b>Generación Neta de Acido (NAG)</b>			
NAG (pH 4.5)	PE-4413	Volumetría	0,2 kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t
NAG (pH)	PE-4413	Volumetría	0,20 kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /t
pH NAG	PE-4413	Electrometría	2,00 unidades de pH

### 1.3.3. Análisis SPLP

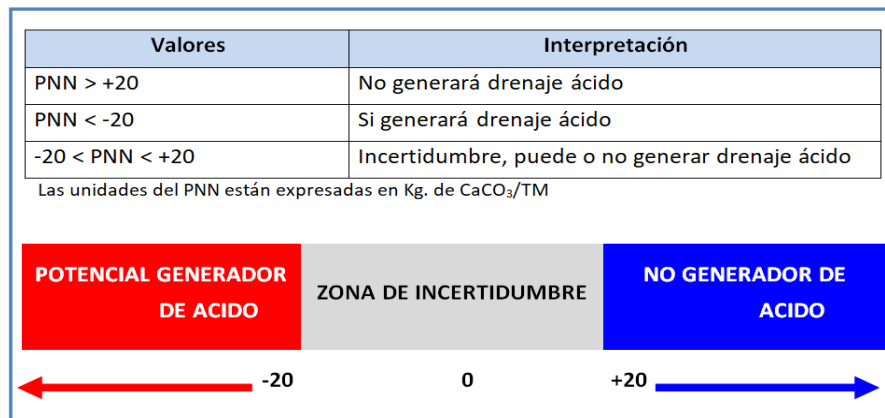
El test SPLP podría estimar la liberación de metales de residuos puestos en un vertedero y expuestos a lluvia ácida. Consiste en la lixiviación con un fluido preparado con una mezcla de ácido sulfúrico y ácido nítrico.

El extracto líquido obtenido después de la lixiviación es analizado, con el fin de determinar si la concentración supera la normativa establecida.

## 1.4. Criterios para determinar la generación ácida de DAR

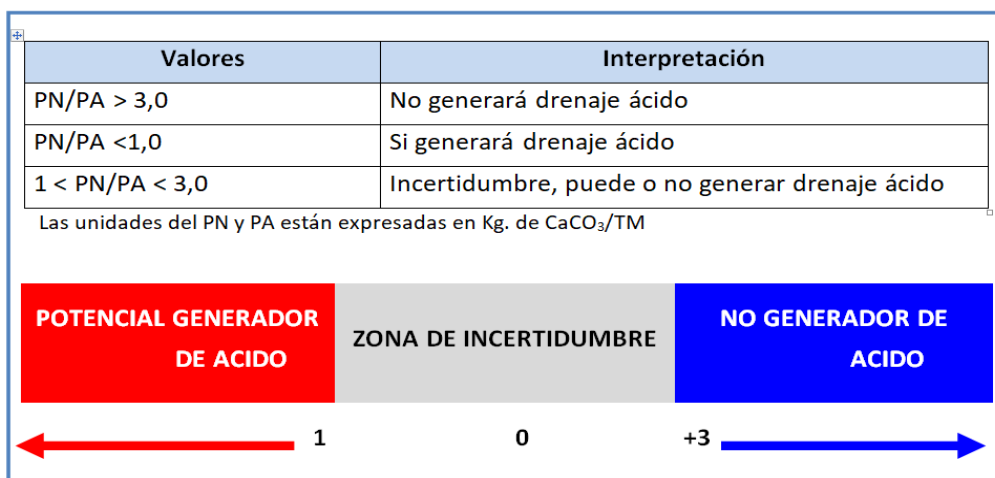
Los criterios considerados para determinar si un material es generador de drenaje ácido de roca (DAR) o no, se detallan en los siguientes cuadros:

**Cuadro 3.** *Primer Criterio para Determinar la Generación de DAR*



Fuente: Price 1997, 2009

**Cuadro 4.** *Segundo Criterio para Determinar la Generación de DAR*



Fuente: Price 1997, 2009.

**Cuadro 5.** *Tercer Criterio para Determinar la Generación de DAR*

Clasificación	Contenido de Azufre como Sulfuro (%S)	Ratio (NP:AP)
Potencial formador de acidez (Posible)	Mayor a 0.3 %	1:1 o menos
Indeterminado (Incierto)		3:1 a 1:1

No forma acidez (Improbable)	Menor a 0.3 %	3:1 o mas
---------------------------------	---------------	-----------

Fuente: Price 1997, 2009.

**Ensayo para el test de generación de acidez neta (NAG).** El criterio de interpretación, basado en los resultados de la prueba NAG, considera tanto el valor del pH obtenido al finalizar la prueba como la cantidad de ácido generado en el ensayo (kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/t), presentando tres (03) clasificaciones indicadas en el siguiente cuadro:

**Cuadro 6.** Criterio para Determinar la Generación de DAR Según Test NAG

Resultado de prueba NAG	Clasificación
pH NAG < 4,5 Y NAG > 10Kg. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /TM	Alta generación de acidez
pH NAG < 4,5 Y NAG < 10Kg. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /TM	Baja generación de acidez
pH NAG >4,5	No genera acidez

Fuente: Canmet 2009. 14-14

### 1.5. Resultados de ensayos ABA y NAG

El resultado de los ensayos estáticos en relación a las muestras recopiladas de las estaciones geoquímicas (Ensayos de Laboratorio Certimin 2022). son los siguientes:

**Cuadro 7.** Resultados de ABA y NAG

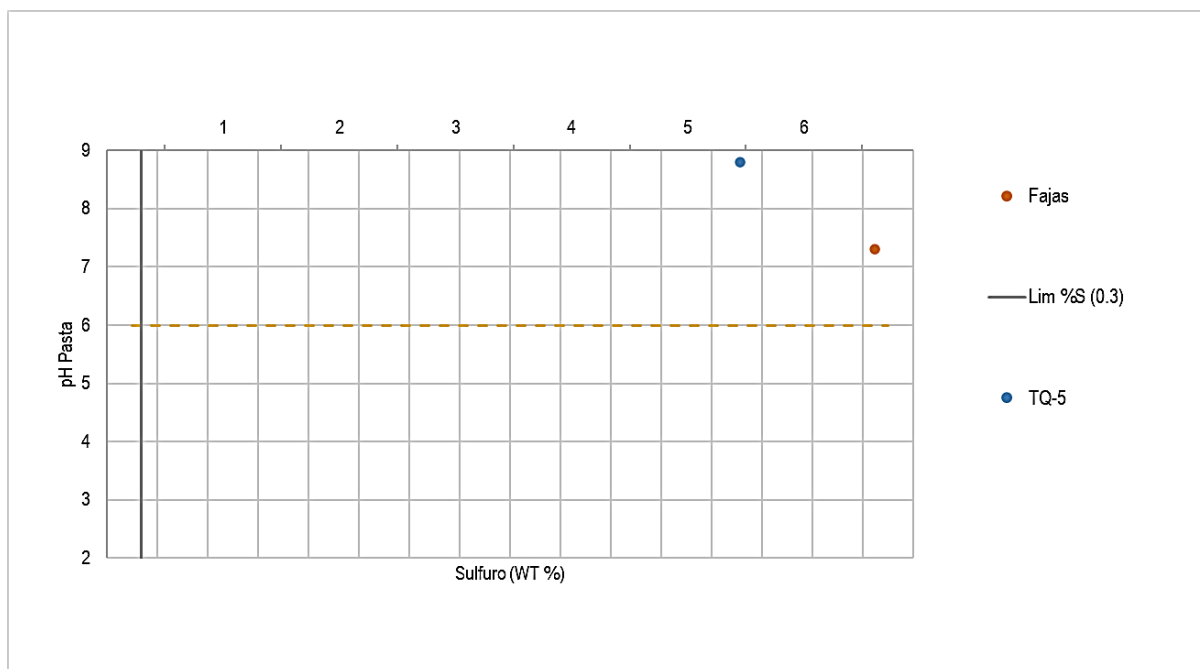
N°	Tipo de componente	CODIGO	INDICADORES DAR(v)				CONCLUSIÓN
			PNN - Kg CaCO <sub>3</sub> /TM	PN/PA	Sulfuros %	Ph NAG	
1	Faja	FAJA	-191.07	0.05	6.61	7.3	Generador de acidez
2	TQ-5	TQ-5	-145.01	0.1	5.45	8.8	Generador de acidez

- El criterio de interpretación NNP, indica que ambas muestras (Faja y TQ-5) corresponde a material generador de acidez (PNN<-20 Kg CaCO<sub>3</sub>/t).
- El criterio de interpretación (%S); indica que los contenidos de azufre como sulfuro (%S) indican que ambas muestras (Faja y TQ-5) corresponden a materiales potencial Generadores de Acidez (%S>0.3). (ver gráfico 3)
- La correlación entre el potencial de acidez (AP) y el potencial de neutralización (NP), que representa el ratio NP/AP, indica que ambas muestras (Faja y TQ-5) representan a generador de acidez ya que todos muestran un valor de (NP/AP < 1). (ver Gráfico 2)

- Correspondiente a los resultados del ensayo NAG, se puede decir ambas muestras (Faja y TQ-5) muestran representan No generadores de acidez pH NAG  $>4,5$  (ver gráfico 5)
- Ambas muestras (Faja y TQ-5) muestras tres criterios con resultados de potencial generador de acidez por lo que resultan ser generadores de acidez.

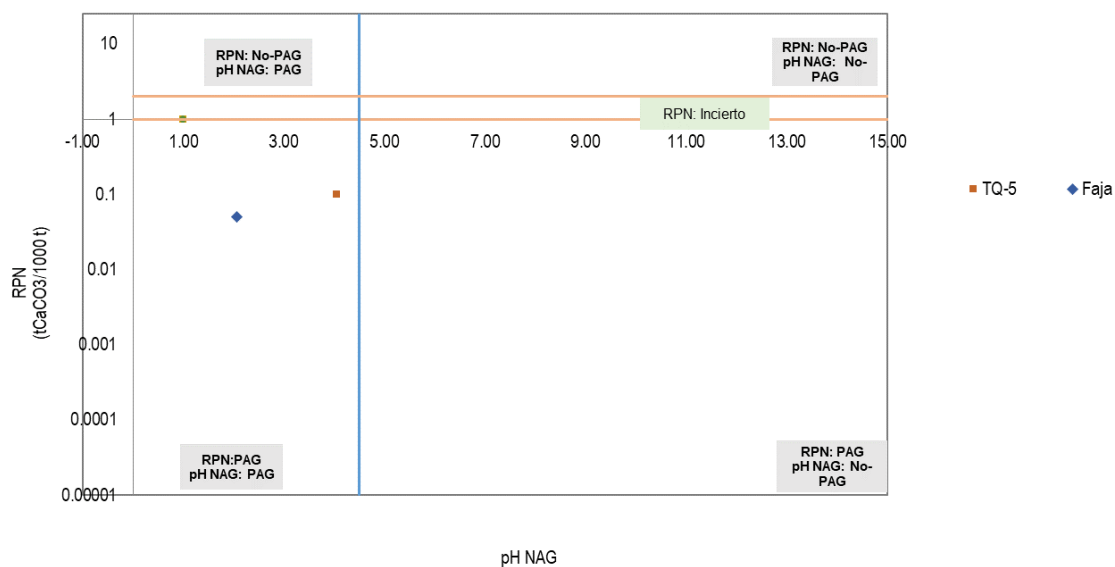
### 1.5.1. Figuras de ensayos estático ABA

**Gráfico 1.** Relación Ph y %sulfuro para indicar el potencial de generación ácida

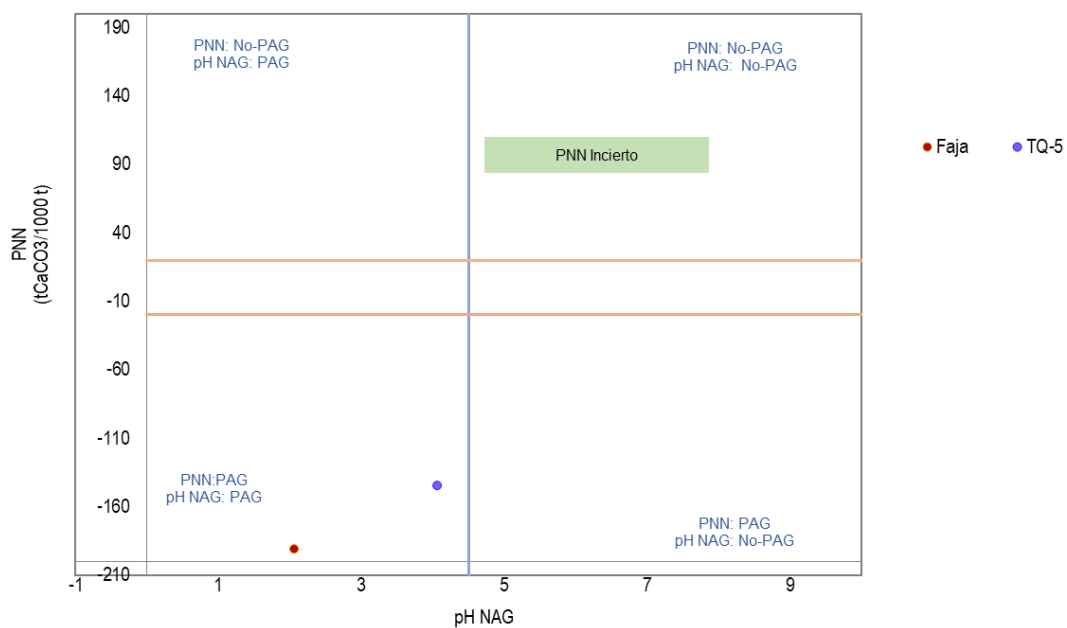


### 1.5.2. Figuras de ensayos estático NAG

**Gráfico 2.** Relación RPN VS pH NAG para indicar el potencial de generación



**Gráfico 3.** Relación PNN vs pH NAG para indicar el potencial de generación ácida



## 1.6. Resultado Análisis SPLP

Los resultados de ensayos se muestran en la siguiente tabla 8 comparándola con los LMP, y los ECA D1 y D2:

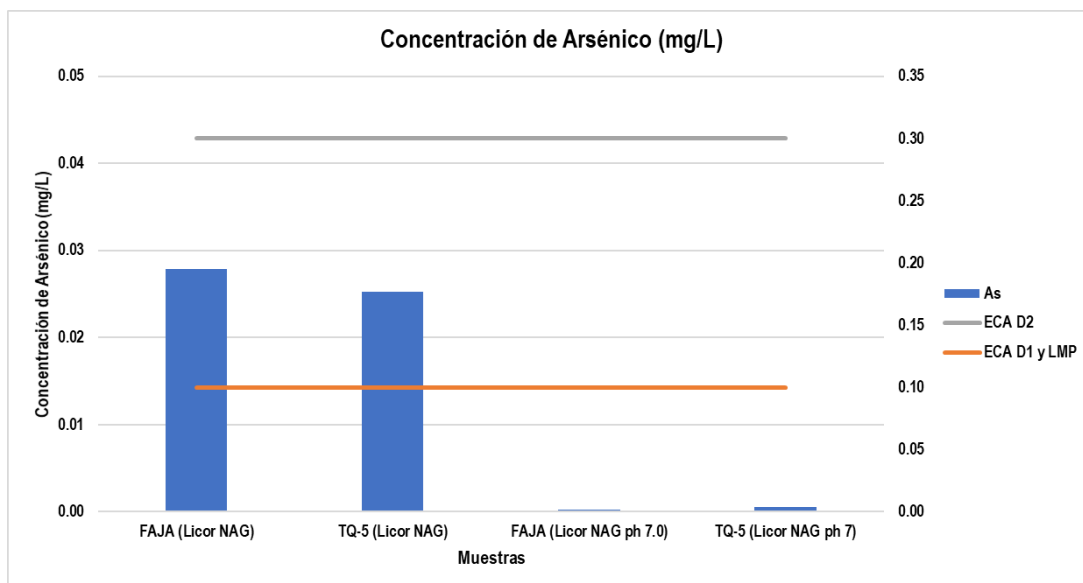
**Cuadro 8.** Resultado de análisis de ensayo SPLP

Estación de Muestreo		FAJA (Licor NAG)	TQ-5 (Licor NAG)	FAJA (Licor NAG ph 7.0)	TQ-5 (Licor NAG ph 7)	D1	D2	LMP (D.S. N° 010-2010-MINAM)
pH	-	2.60	2.60	7.00	7.00			
NAG Lixiviado (*)								
Ag	mg/L	0.0008	0.0022	0.00003	0.0018			
Al	mg/L	8.7530	11.5770	0.0090	0.0180	5	5	
As	mg/L	0.0279	0.0253	0.0002	0.0005	0.1	0.2	0.1
B	mg/L	0.1940	0.0990	0.1600	0.1040	1	0.5	
Ba	mg/L	0.0219	0.0225	0.0137	0.0141	0.7		
Be	mg/L	0.0057	0.0059	<0.0003	<0.0003	0.1	0.1	
Ca	mg/L	154.0700	151.8700	129.8100	129.9100			
Cd	mg/L	0.0551	0.0493	0.0041	0.0030	0,01	0,05	0.05
Co	mg/L	1.1555	0.9765	0.1553	0.2323	0.05	1	
Cr	mg/L	0.0128	0.0283	<0.0005	<0.0005	0.1	1	
Cu	mg/L	8.0466	6.0946	0.0043	0.3040	0.2	0.5	0.5
Fe (Disuelto)	mg/L	254.9800	201.5900	0.0200	0.0300			2
Hg	mg/L	<0.0001	0.0009	<0.0001	0.0004	0.001	0.01	0.002
K	mg/L	5.6800	3.8600	5.5300	3.8700			
Li	mg/L	0.0154	0.0126	0.0134	0.0106	2.5	2.5	
Mg	mg/L	31.2987	31.2589	25.7582	27.8678		250	
Mn	mg/L	21.5506	19.0867	11.3305	9.4742	0.2	0.2	
Mo	mg/L	<0.00005	<0.00005	0.0001	0.0001			
Na	mg/L	3.1200	39.7800	365.5600	430.2700			
Ni	mg/L	0.3506	0.3099	0.0435	0.0555	0.2	1	
P	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001			
Pb	mg/L	0.9651	0.8562	0.0008	0.0006	0.05	0.05	0.2
Sb	mg/L	<0.0001	0.0002	<0.0001	<0.0001			
Se	mg/L	0.0040	0.0090	0.0040	0.0080	0.02	0.05	
Sn	mg/L	0.0002	0.0005	<0.0001	0.0001			
Sr	mg/L	0.3824	0.4410	0.3008	0.3588			
Ti	mg/L	0.0020	0.0040	<0.002	<0.002			
Tl	mg/L	0.0037	0.0040	0.0017	0.0019			
U	mg/L	0.0070	0.0072	<0.00001	<0.00001			
V	mg/L	0.0050	0.0060	<0.001	<0.001			
Zn	mg/L	3.3570	2.6950	0.0530	0.0290	2	24	1.5

Fuente : Informe de ensayo N° MAR1225.R22 Certimin 2022

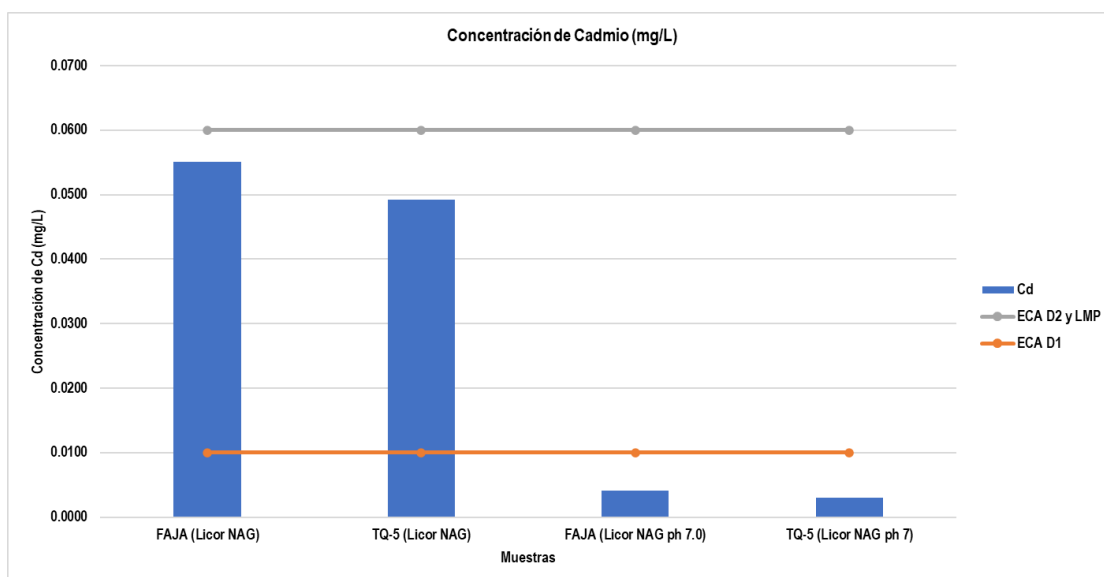
## Gráficos:

### Gráfico 4. Concentración de arsénico \_Análisis SPLP



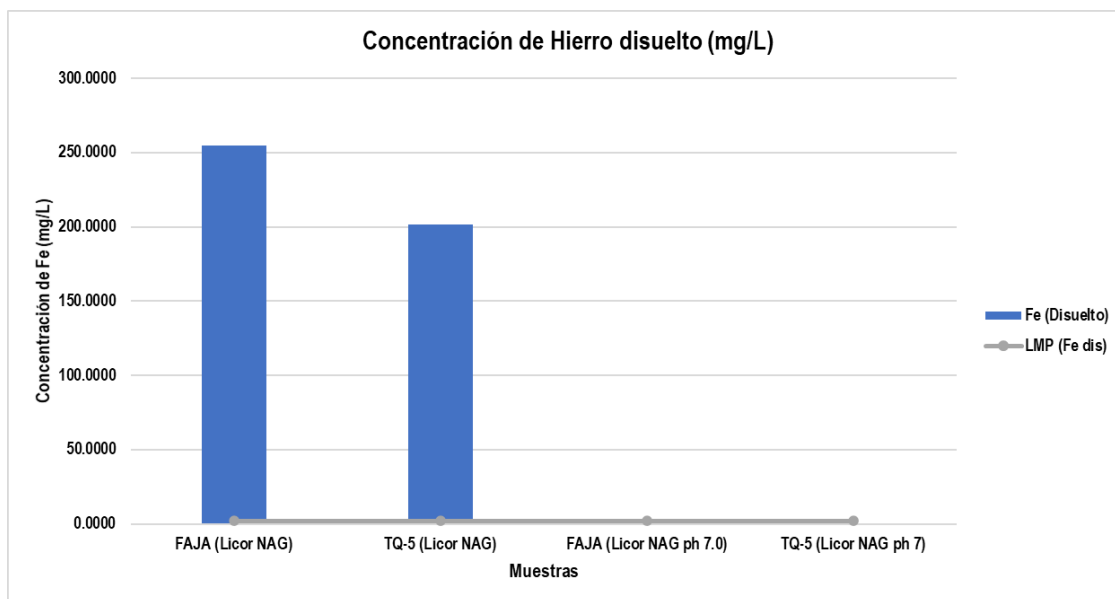
Fuente : Informe de ensayo N° MAR1225.R22 Certimin 2022

**Gráfico 5. Concentración de Cadmio \_Análisis SPLP**



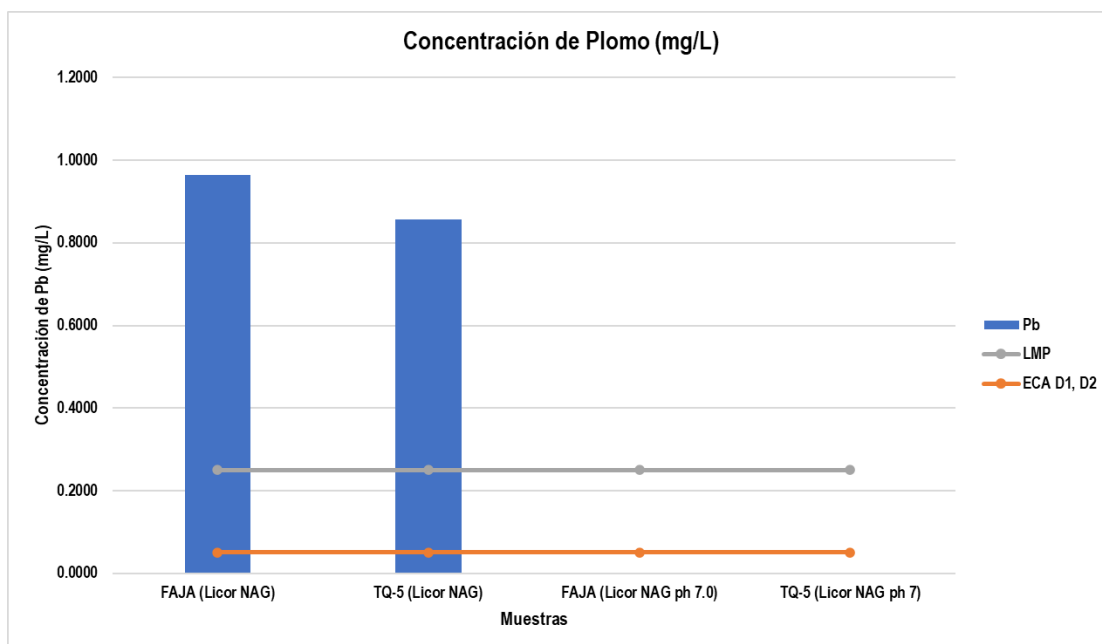
Fuente : Informe de ensayo N° MAR1225.R22 Certimin 2022

**Gráfico 6.** Concentración de hierro disuelto \_Análisis SPLP



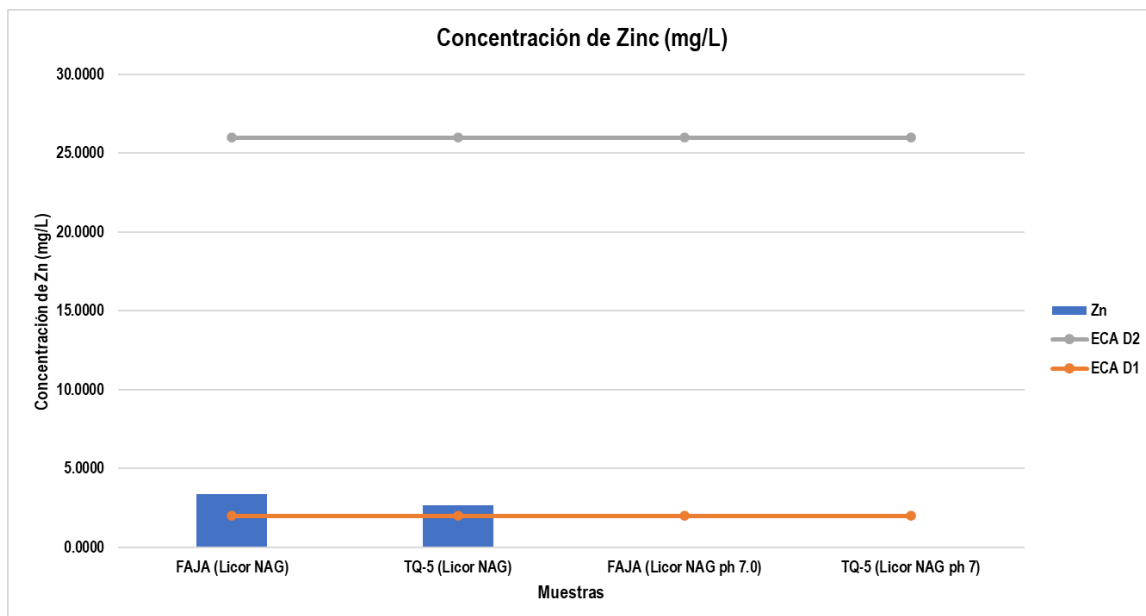
Fuente : Informe de ensayo N° MAR1225.R22 Certimin 2022

**Gráfico 7.** Concentración de plomo total \_Análisis SPLP



Fuente : Informe de ensayo N° MAR1225.R22 Certimin 2022

**Gráfico 8.** Concentración de zinc total \_Análisis SPLP



Fuente : Informe de ensayo N° MAR1225.R22 Certimin 2022

## CONCLUSIONES

- En función a los resultados de análisis de laboratorio para los ensayos ABA y NAG, del presente estudio geoquímico se puede concluir que ambas muestras (Faja y TQ-5) muestran tres criterios con resultados de potencial generador de acidez por lo que finalmente están resultan ser GENERADORES DE ACIDEZ.
- Los resultados del análisis SPLP presentan a las muestras FAJA (licor NAG) y TQ-5(Licor NAG) los cuales fueron lixiviados con un pH de 2.6, exceden las concentraciones de metales con respecto a la normativa ambiental peruana (ECA agua: DS N° 004-2017-MINAM, LMP para efluentes minero metalúrgicos: DS N° 010-2010-MINAM)
  - Arsénico: las muestras FAJA (licor NAG) y TQ-5(Licor NAG) exceden el ECA: D1 y LMP.
  - Zinc: las muestras FAJA (licor NAG) y TQ-5(Licor NAG) exceden ECA: D1.
  - Plomo total: las muestras FAJA (licor NAG) y TQ-5(Licor NAG) exceden ECA: D1, D2 y LMP.
  - Hierro disuelto: las muestras FAJA (licor NAG) y TQ-5(Licor NAG) exceden el LMP.

- Cadmio Total: las muestras FAJA (licor NAG) y TQ-5(Licor NAG) exceden ECA: D1.
- En base a los resultados mostrados se puede mencionar que los relaves provenientes de la Faja de Alimento y del relave final, tienen el potencial de generar acidez. Asimismo, los lixiviados que se generarán son móviles para los metales de As, Cd, Fe, Pb y Zn.