

TABLA DE CONTENIDO

1	ANTECEDENTES.....	1
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo general	10
2.2	Objetivos específicos.....	10
3	ALCANCE.....	10
4	METODOLOGÍA.....	11
4.1	Reactivos y material de laboratorio.....	11
4.2	Equipamiento.....	11
4.3	Selección de muestras	14
4.4	Tratamiento de muestras.....	15
4.5	Descontaminación del material de laboratorio	15
4.6	Extracción secuencial BCR.....	15
4.7	Análisis químicos y mineralógicos	17
5	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	19
5.1	Mineralogía de las muestras.....	19
5.1.1	Lodo Pirítico en Monte Romero	19
5.1.2	Residuo concentrador Riotinto (RT1A)	20
5.1.3	Residuo en pilas de lixiviación-Tharsis (HLT1C).....	21
5.2	Control de calidad.....	22

5.2.1	BCR 701 (valores certificados) vs BCR 701 (Muestra)	22
5.3	Metales principales liberados en cada una de las etapas de BCR	25
5.3.1	Lodo Pirítico en Monte Romero	25
5.3.2	Residuo concentrador Riotinto (RT1A)	27
5.3.3	Residuo en pilas de lixiviación-Tharsis (HLT1C).....	29
5.4	Limitaciones para la aplicación del protocolo de extracción BCR Modificado al estudio de la movilidad de contaminantes en residuos mineros.....	31
5.4.1	Lodo Pirítico en Monte Romero	31
5.4.2	Residuo concentrador Riotinto (RT1A)	33
5.4.3	Residuo en pilas de lixiviación-Tharsis (HLT1C).....	34
5.5	Alternativas al uso del protocolo de extracción BCR Modificado para el estudio de la movilidad de contaminantes en residuos mineros	36
5.5.1	Muestreo representativo	36
5.5.2	Caracterización mineral	37
5.5.3	Evaluación mineralógica.....	39
6	CONCLUSIÓN.....	43
	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	ANEXOS.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Metodología de extracción secuencial (Tessier et al., 1979).....	3
Tabla 2. Metodología de extracción secuencial BCR (Original), (Ure et al.,1993).	4
Tabla 3. Metodología de extracción secuencial original BCR vs BCR modificado.....	6
Tabla 4. Valores certificados (BCR 701)	17
Tabla 5. Análisis semicuantitativo del porcentaje mineral de la muestra Lodo Pirítico en Monte Romero.....	19
Tabla 6. Análisis semicuantitativo del porcentaje mineral de la muestra Residuo concentrador Riotinto (RT1A).....	20
Tabla 7. Análisis semicuantitativo del porcentaje mineral de la muestra Residuo en pilas de lixiviación-tharsis (HLT1C)	21
Tabla 8. comparación entre la técnica QEMSCAN-MLA y los métodos SOBEK y LAWRENCE	40
Tabla 9. (Cr) liberado en cada etapa de la BCR Vs Valor certificado (Cr) (mg/g)	49
Tabla 10. (Cu) liberado en cada etapa de la BCR Vs Valor certificado (Cu) (mg/g)	49
Tabla 11. (Ni) liberado en cada etapa de la BCR Vs Valor certificado (Ni) (mg/g).....	49
Tabla 12. (Pb) liberado en cada etapa de la BCR Vs Valor certificado (Pb) (mg/g).....	50
Tabla 13. (Zn) liberado en cada etapa de la BCR Vs Valor certificado (Zn) (mg/g)	50
Tabla 14. Análisis de las muestras por ICP-OES, Etapa 1 (mg/L).....	51
Tabla 15. Análisis de las muestras por ICP-OES, Etapa 2 (mg/L).....	52
Tabla 16. Análisis de las muestras por ICP-OES, Etapa 3 (mg/L).....	53

Tabla 17. Análisis de las muestras por ICP-OES, Etapa 4 (mg/L).....	54
Tabla 18. Análisis de las muestras por ICP-OES, digestión pseudotal (mg/L)	55

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Balanza de precisión (Boeco Germany, Bas 31)	11
Figura 2. Centrifuga (Universal 320 R).....	12
Figura 3. Equipo de purificación de agua (Simplicity).....	12
Figura 4. Agitador orbital (Labline, 3527)	13
Figura 5. Difractómetro de rayos X (Bruker D5005)	13
Figura 6. ICP-OES (ICAP 7400)	14
Figura 7. Placa calefactora	14
Figura 8. Cantidad de muestras, en cada una de las etapas de la BCR.....	17
Figura 9. Interpretación cualitativa del difractograma de rayos X de la muestra Lodo Pirítico en Monte Romero.....	19
Figura 10. Interpretación cualitativa del difractograma de rayos X de la muestra Residuo concentrador Riotinto (RT1A).	20
Figura 11. Interpretación cualitativa del difractograma de rayos X de la muestra Residuo en pilas de lixiviación-tharsis (HLT1C).	21
Figura 12. Ecuación error porcentual.....	22
Figura 13. BCR 701 (Valores certificados) vs BCR 701 (Muestra)	22
Figura 14. Elementos mayoritarios (Fe,S) y algún minoritario (As) (mmol/g), Lodo pirítico en Monte Romero.....	25
Figura 15. Elementos mayoritarios (mmol/g), Residuo concentrador en Riotinto (RT1A)	27

Figura 16. Elementos mayoritarios (mmol/g), Residuo en pilas de lixiviación-Tharsis (HLT1C)	29
Figura 17. Elementos certificados en la BCR (mg/g), Lodo pirítico en Monte Romero	31
Figura 18. Elementos certificados en la BCR (mg/g), Residuo concentrador en Riotinto (RT1A)	33
Figura 19. Elementos certificados en la BCR (mmol/g), Residuo en pilas de lixiviación-Tharsis (HLT1C).....	34
Figura 20. Herramienta leapfrog	37
Figura 21. comparación entre la técnica QEMSCAN-MLA y los métodos SOBEK y LAWRENCE, (Dold, 2017).....	40
Figura 22. Ejemplos de evaluaciones por el método ARDI, (Parbahakar-Fox et al., 2011).....	41