



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERIA DE MINAS

“INFLUENCIA DE LA RELACIÓN MASA DE RESINA /
VOLUMEN DAM Y TIEMPO DE AGITACIÓN SOBRE LA
REMOCIÓN DE HIERRO TOTAL, UTILIZANDO RESINAS
IÓNICAS DE EFLUENTES DE LA ZONA DE
HUALGAYOC, CAJAMARCA 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. José Genaro Saucedo Chávez
Bach. Alexander Antenor Torres Medina

Asesor:

Mg. Ing. Gary Christiam Farfán Chilicaus

Cajamarca – Perú
2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Justificación.....	14
1.4. Limitaciones	14
1.5. Objetivos	14
1.5.1. Objetivo General.....	14
1.5.2. Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. Antecedentes	16
2.1.1. Área de estudio.....	19
2.2. Bases Teóricas	21
2.2.1. Intercambio Iónico	28
2.2.2. Aplicación del intercambio iónico	28

2.2.3.	Ablandamiento de agua.....	29
2.2.4.	Límites del intercambio iónico	30
2.2.5.	Desmineralización	31
2.3.	Definición de términos básicos.....	35
2.4.	Hipótesis.....	36
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA		37
3.1.	Operacionalización de variables.....	37
3.2.	Diseño de investigación.....	38
3.2.1.	Según el propósito: Aplicada.....	38
3.2.2.	Según el diseño de investigación: Experimental	38
3.2.3.	Según el tipo de investigación experimental: Experimental pura	38
3.3.	Unidad de estudio	39
3.4.	Población	39
3.5.	Muestra	39
3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	40
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos	40
3.6.2.	Instrumentos y materiales	40
3.6.3.	Procedimiento de recolección de datos	41
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	43
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....		44
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		45
CONCLUSIONES.....		47
RECOMENDACIONES		48
REFERENCIAS.....		49

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA N° 01. Sistema de coordenadas de la extracción de la muestra.....	20
TABLA N° 02. Aplicación de la desmineralización	32
TABLA N° 03. Definición operacional de las variables.....	37
TABLA N° 04. Esquema del proceso experimental - puro	39
TABLA N° 05. Ley de hierro inicial del mineral de estudio.....	39
TABLA N° 06. Cálculo de la relación masa / volumen	42
TABLA N° 07. Condiciones de operación.....	42
TABLA N° 08. Ley de hierro después de realizar los ensayos	44
TABLA N° 09. Porcentaje de remoción de hierro después de realizar los ensayos	43
TABLA I. Resultados de la concentración de hierro (ppm) después de realizar los ensayos (Ley _i = 1253.2 ppm)	51
TABLA II. Tabla resumen del Porcentaje (%) de reducción de hierro	52
TABLA III. Porcentajes de reducción de hierro	55
TABLA IV. Cuadro resumen del análisis de varianza para la remoción de hierro total utilizando resinas iónicas	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N° 01. Ubicación del área de influencia directa del proyecto.	20
FIGURA N° 02. Thiobacillus ferrooxidans transformando el Fe ²⁺ (ferroso) a Fe ³⁺ (férrico) color naranja.....	23
FIGURA N°03: Formación de aguas ácidas de mina.....	23
FIGURA N° 04: Etapas en la formación de aguas ácidas.....	29
FIGURA N° 05: Ablandamiento (intercambio de sodio en una resina).....	30
FIGURA N° 06: Desmineralización, eliminación de cationes.....	33
FIGURA N° 07. Desmineralización, eliminación de Aniones	33
FIGURA N° 08. Resultados de la Ley de hierro después de realizar los ensayos (Leyi = 1253.2 ppm) con la influencia de la masa de resina / volumen DAM y el tiempo de agitación	45
FIGURA N° 09. Resultados del porcentaje de remoción de hierro después de realizar los ensayos, con la influencia de la masa de resina / volumen DAM y tiempo de agitación .	46
FIGURA N° 10. Ubicación de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, Provincia de Cajamarca, Cajamarca.	62
FIGURA N° 11. Fotografía de rios contaminados, producto de minería ilegal y foco de contaminación ambiental en Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, Provincia de Cajamarca, Cajamarca	63
FIGURA N° 12. Toma de muestra en drenaje ácido de mina, proveniente de Hualgayoc, distrito de Hualgayoc, Provincia de Cajamarca, Cajamarca.	64
FIGURA N° 13. Resina de intercambio catiónico utilizado en la presente investigación ..	66
FIGURA N° 14: Instrumentos necesarios para realización de investigación.- Agitador magnético, conductímetro digital y balanza digital.....	66

FIGURA N° 15. Drenaje ácido de mina inicial y total de recipientes para investigación...	67
FIGURA N° 16: Proceso de pesado de masas de resinas a utilizar.....	67
FIGURA N° 17. Caracterización del drenaje ácido	68
FIGURA N° 18: Tratamiento de datos	68
FIGURA N° 19: Proceso de agitación entre drenaje ácido y resina de intercambio	69
FIGURA N° 20: Proceso de filtración de drenaje ácido	70
FIGURA N° 21: Total de ensayos realizados a drenaje ácido y la comparación de drenajes ácidos con y sin tratamientos de resina de intercambio.	71

RESUMEN

Se estudió la influencia de la relación masa de resina / volumen DAM y tiempo de agitación sobre la remoción de hierro total, utilizando resinas iónicas de efluentes de la zona de Hualgayoc, Cajamarca.

El estudio experimental se realizó en un vaso de precipitación, utilizando efluente con diferentes relaciones de masa de resina / volumen DAM en función de tiempos de agitación a 1 hora, 3 horas y 5 horas, con una ley de 1253.2 ppm de hierro.

El resultado del estudio del empleo de resinas iónicas concluyó que la remoción de hierro a 1 hora y 0.025 g resina / ml DAM fue de 8.78 % y a medida que ambas variables aumentaban, la remoción también aumentaban, es así que se llegó a obtener una remoción de 99.01 % a 5 horas y 0.100 g resina / ml DAM.

Los resultados son confirmados mediante análisis de varianza para un nivel de confianza de 95%. De esto se concluye que la remoción de hierro por la influencia del tiempo de agitación es de $F_0 = 67941.4507$ es mayor a $F_{0.05,2,35} = 3.4028$, y la influencia de la masa de resina / volumen DAM, el $F_0 = 191273.0043$ es mayor a $F_{0.05,3,35} = 3.0088$ y con la influencia del tiempo de residencia y la masa de resina / volumen DAM es de $F_0 = 15272.7602$, la cual es mayor a $F_{0.05,6,35} = 2.5082$, obtenido de manera tabular. Esto confirma la aceptación de la hipótesis alterna, por lo tanto, la influencia del tiempo de residencia y la relación masa de resina / volumen DAM de manera individual como en conjunto si afectan significativamente en la remoción de hierro.

ABSTRACT

The influence of resin mass / volume DAM ratio and agitation time on total iron removal was studied, using ionic resins of effluents from the Hualgayoc area, Cajamarca.

The experimental study was performed in a beaker, using effluent with different resin mass / DAM volume ratios as a function of stirring times at 1 hour, 3 hours and 5 hours, with a law of 1253.2 ppm of iron.

The results of the study of the use of ionic resins concluded that the removal of iron at 1 hour and 0.025 g resin / ml DAM was 8.78% and as both variables increased, the removal also increased, so a removal of 99.01% at 5 hours and 0.100 g resin / ml DAM.

The results are confirmed by analysis of variance for a confidence level of 95%. From this it is concluded that the removal of iron by the influence of the agitation time is $F_0 = 67941.4507$ is greater than $F_{0.05,2,35} = 3.4028$, and the influence of the mass of resin / volume DAM, $F_0 = 191273.0043$ is greater At $F_{0.05,3,35} = 3.0088$ and with the influence of residence time and the mass of resin / DAM volume is $F_0 = 15272.7602$, which is greater than $F_{0.05,6,35} = 2.5082$, obtained in a tabular manner. This confirms the acceptance of the alternating hypothesis, therefore, the influence of residence time and the resin mass / DAM volume ratio individually as a whole if they significantly affect the removal of iron.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Aduvire, O. (2012). *Drenaje Ácido de Mina Generación y Tratamiento*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, Dirección de Recursos Mineros y Geoambiente.
- Avila, B. R. (2014). El intercambio ionico, su descripción y comportamiento químico. En B. R. Avila, *El intercambio ionico, su descripción y comportamiento químico*. (págs. 27-30). Mexico. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/manual-flotacion-minerales/manual-flotacion-minerales2.shtml>
- Bedoya, J. (2009). *Propuesta Metodológica para el Manejo de Acuíferos Costeros: El Problema de la Intrusión Salina*. Medellín.
- Carbotecnia. (s.f.). <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/intercambio-ionico/>.
- Cortés, R. (2007). *Efecto de la modificación de una Zeolita natural mexicana en la sorción de cadmio y 4-clorofenol*. Toluca: Universidad Autónoma del estado de México.
- Gil, J. (2012). *Tratamiento electroquímico para la remoción de metales pesados en residuos líquidos peligrosos generados en los laboratorios de docencia en la Univeridad de Cauca*. Santiago de Cali .
- Grande, J. (2016). *Drenaje ácido de mina en la faja pirítica ibérica: Técnicas de estudio e inventario de explotaciones*. Huelva: Alonso Barba.
- Hidalgo, F., & Guamán, M. (2006). *Diseño y construcción de un desmineralizador de lecho múltiple*. Huayaquil: Universidad de Huayaquil.
- koog, D., West, D., & Holler, F. (2000). *Química Analítica*. Medellín: McGraw – Hill.
- López, J., Loredo, J., & Pernía, J. (2013). *Investigación y gestión de los recursos del subsuelo*. Madrid: Inforama S.A.
- Mendoza, J., Guerrero, L., Bustos, C., & Arias, M. (2014). *Tratamiento electroquímico de aguas residuales en la industria textil, realizado en Viveros de Oaxaca 4 en México*. Mexico.

- Moreira, J., Duarte, L., Nandenha, C., & Marcelo, M. (2008). *Estudio del mecanismo de remoción de hierro y cobre presentes en aceites lubricantes usados mediante Bioadsorción*. Brasil: Universidad Federal de Rio Grande do Norte.
- Nemerow, N., & Dasgupta, A. (2014). *Tratamiento de vertidos industriales peligrosos*. Madrid: Materprint.
- Noguerol, J. (2013). *ecnologías limpias para la reducción de contaminantes y la recuperación de solutos de fuentes hidrotermales mediante resinas de intercambio iónico*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Perry, R. (2001). *Manual del ingeniero químico*.
- Rodriguez, J., & Rodriguez, M. (2015). *Implementación de un reactor electrolítico con electrodo de cilindro rotatorio para la remoción de Cu(II) en medio ácido*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Rohmihaas, D. (2007). *AMBERJET 1500 H Industrial grade strong acid cation exchanger*.
- Salas, R., Torres, D., Reyes, P., & García, C. (2016). *Efectividad de las resinas de intercambio iónico para la eliminación de hierro en aguas subterráneas*. Maracaibo: Universidad Rafael Undaneta.
- Villas, R., & Medina, M. (2015). *Tecnologías limpias en las industrias extractivas minero - metalúrgicas y petrolera*. Concepción: Mario Sánchez Editores.
- Yupari. (2014). *Pasivos ambientales mineos en Sudamérica*. Lima: CEPAL, Instituto federal de Geociencias y Recursos Naturales. BGR, y el Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN.