



International Multidisciplinary Congress of Engineering CONIMI

Booklets



RENIECYT - LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - Google Scholar DOI - REDIB - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID - V|LEX

Title: Au(III) Recovery From Aqueous Systems

Authors: Salazar-Hernández, Mercedes, Elorza-Rodríguez, Enrique, Salazar-Hernández
Carmen and Mendoza-Miranda, Juan Manuel

Editorial label ECORFAN: 607-8948
BCONIMI Control Number: 2024-01
BCONIMI Classification (2024): 250924-0001
RNA: 03-2010-032610115700-14
Pages: 17

Universidad de Guanajuato	LTF-1226	0000-0001-8039-8124	446271
Universidad de Guanajuato	LTF-1875-2024	0000-0001-8633-6063	218740
Instituto Politécnico Nacional-UPiIG	D-4418-2019	0000-0002-6901-2937	105461
Instituto Politécnico Nacional-UPiIG	LTF-7054-2024	0000-0003-4777-767X	295057

CONAHCYT classification:
Area: Engineering
Field: Engineering
Discipline: Chemical engineering
Subdiscipline: Metallurgy

ECORFAN-México, S.C.
Park Pedregal Business. 3580,
Anillo Perif., San Jerónimo
Aculco, Álvaro Obregón,
01900 Ciudad de México, CDMX,
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: MARVID-México S.C.
E-mail: contact@marvid.org
Facebook: MARVID-México S. C.
Twitter: MARVID-México S. C.

www.marvid.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CASOS DE ESTUDIO:

1. ADSORCIÓN DE $Au(III)$

OBJETIVOS

RESULTADOS

CONCLUSIONES

AGRADECIMIENTOS



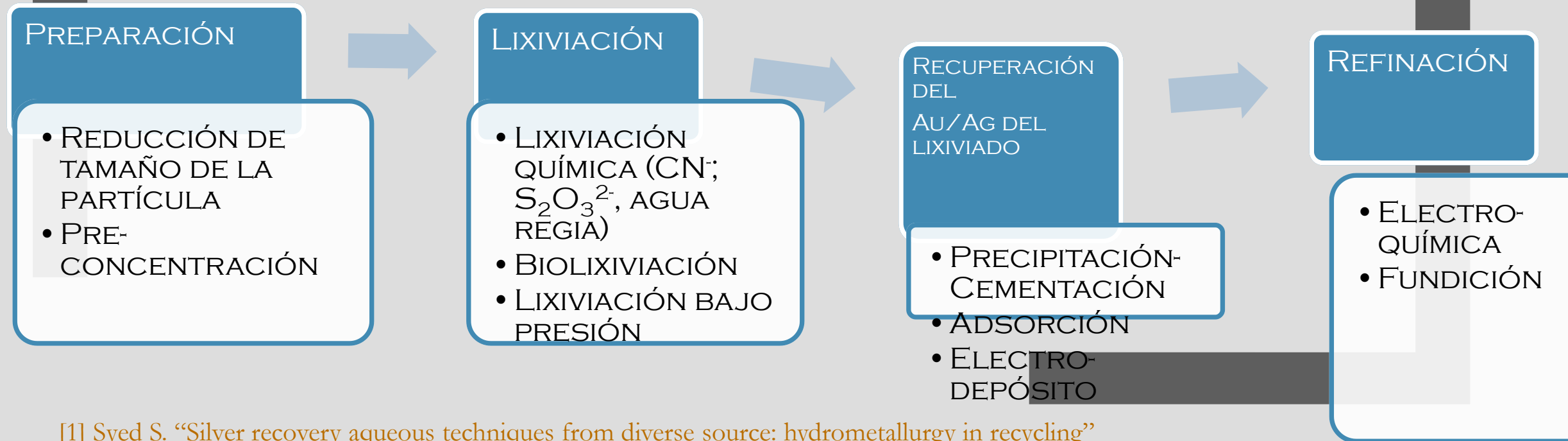
INTRODUCCIÓN



Universidad
de Guanajuato



Los procesos hidrometalúrgicos para la recuperación de los metales ya sea de sus mena o de algún proceso de reciclaje, involucran 4 grandes etapas [1]:



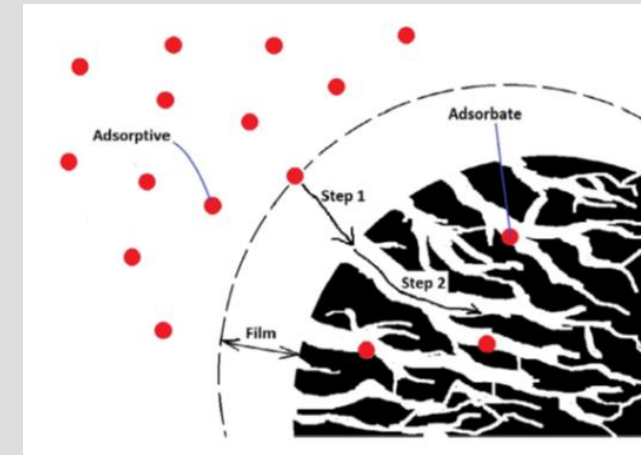
[1] Syed S. "Silver recovery aqueous techniques from diverse source: hydrometallurgy in recycling"
Waste Management (2016) 50: 234-256.

INTRODUCCIÓN



Universidad
de Guanajuato

La adsorción presenta grandes ventajas y algunas desventajas. La manipulación de las columnas de adsorción y desorción puede ser complicado dependiendo de la naturaleza del adsorbente.



Proceso	Descripción	Ventajas	Limitantes
Adsorción [2]	Atrapa al sorbato a través de interacciones físicas o químicas. Los sorbentes son filtrados y regenerados para n procesos	✓ Amplio variedad de adsorbentes ✓ Bajo costo ✓ Fácil uso	- χ Tiempo y consumo de pos-tratamiento - χ Capacidad máxima de adsorción - χ Materiales híbridos

[2] Ethaib, S.; Al-Qutaifia, S.; Al-Ansari, N.; Zubaidi, S.L. Function of Nanomaterials in Removing Heavy Metals for Water and Wastewater Remediation: A Review. *Environments* 2022, 9, 123.<https://doi.org/10.3390/environments9100123>



INTRODUCCIÓN



Universidad
de Guanajuato

Un ejemplo de las problemáticas que presentan los procesos de adsorción en la industria, se muestra en la recuperación del Au de las soluciones ricas en cianuración con carbón activado, en donde el proceso muestra:

VENTAJAS

- ✓ PROCESO MUY SIMPLE
- ✓ ADSORBENTE MUY ECONÓMICO

DESVENTAJAS

- ✓ ADSORBENTE NO SELECTIVO
- ✓ LA GENERACIÓN DE FINOS EN LAS CRIBAS DE RECUPERACIÓN[3]
 - a) IAMGOLG's Essakane en Burkina Faso, ha reportado una formación de finos al mes de 23.5 ton que corresponden a una pérdida de 1938 g/ton de plata mensuales.
 - b) Pinos Altos México se ha reportado hasta 180 ton/mes



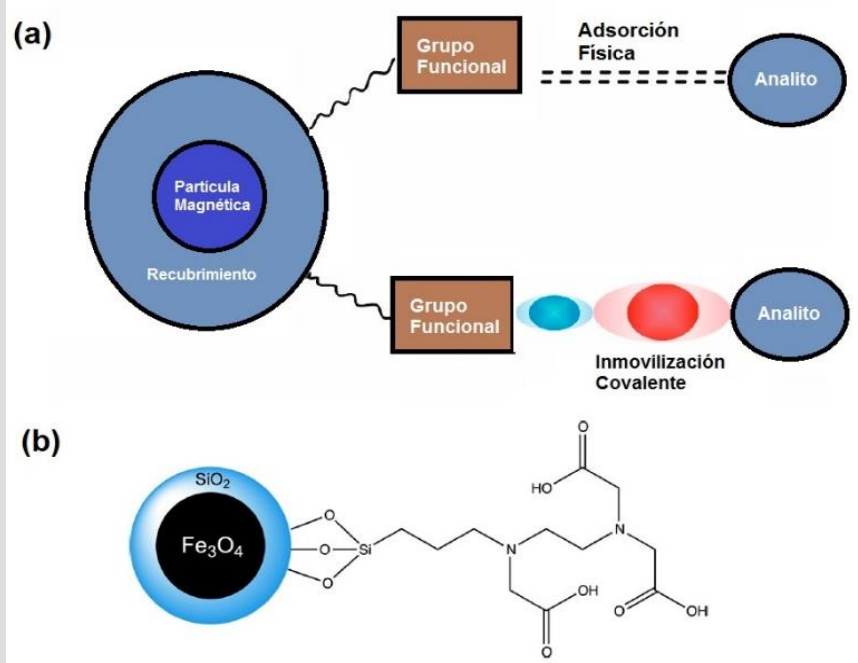
[3] a) Vuuren, C. P. J. V., C. P. Snyman, et al.. "Gold Losses from Cyanide Solutions Part II: The Influence of the Carbonaceous materials Present in the Shale Material." *Minerals Engineering* (2000) **13**(10-11): 1177-1181

(b) Engineering, P. (2014). Proyecto Mascota Evaluación de Planta ADR y Laboratorio Metalúrgico. Chihuahua, Chihuahua, Agnico Eagle México S.A. de C.V.: 31

INTRODUCCIÓN



Universidad
de Guanajuato



Una alternativa, podrían ser los adsorbentes magnéticos en base a sílice-magnetita, que:

- 1) Ofrecer una mayor selectividad en función a la funcionalización de la sílice
- 2) Se eliminan las columnas de adsorción-desorción por la concentración magnética, lo que elimina la pérdida de adsorbente cargado.

Estos sistemas se han evaluado en procesos hidrometalúrgicos para la recuperación magnética de: Au, Ag, Pd, Pt (ácidos) [1,4-6]

[4] Qi Meng, Xiaohui Yan, Guichun Li, "Eco-friendly and reagent recyclable gold extraction by iodination leaching-electrodeposition recovery" *Journal of Cleaner Production* (2021) 323: 129115. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129115>.

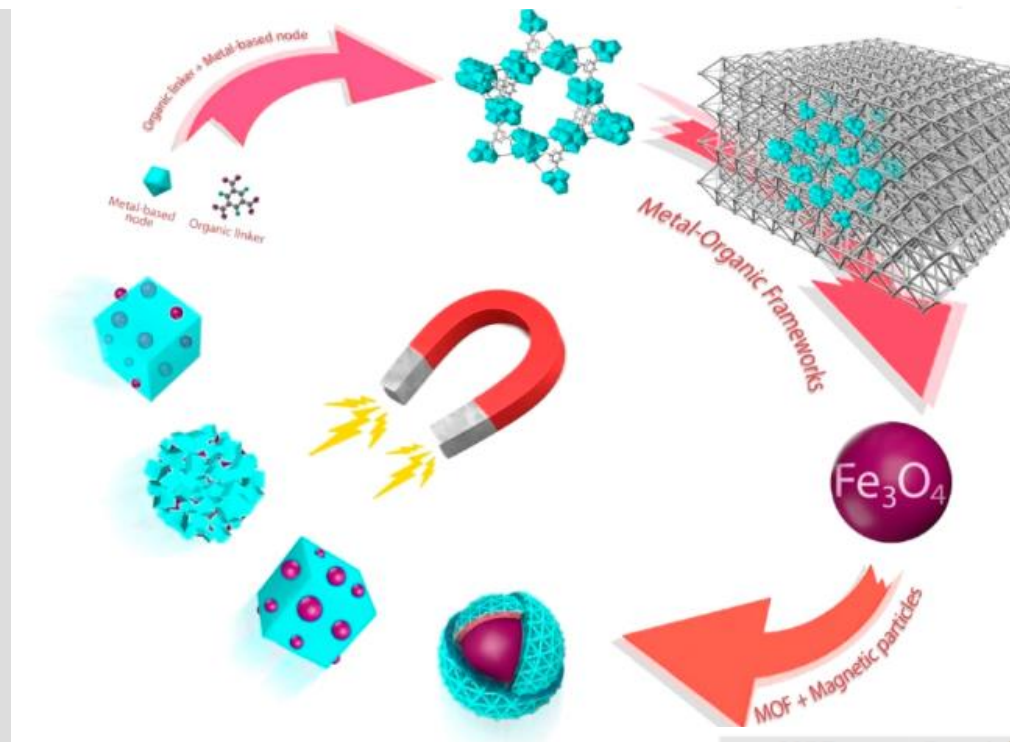
[5] Jiyang Liu, Zheng Deng, Haojie Yu, Li Wang "Ferrocene-based metal-organic framework for highly efficient recovery of gold from WEEE" *Chemical Engineering Journal* (2021) 410: 128360. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.128360>.

[6] Jiling Zhao, Chen Wang, Shixing Wang, Libo Zhang, Bing Zhang, "Selective recovery of Au(III) from wastewater by a recyclable magnetic $\text{Ni}_{0.6}\text{Fe}_{2.4}\text{O}_4$ nanoparticles with mercaptothiadiazole: Interaction models and adsorption mechanisms" *Journal of Cleaner Production* (2019) 236: 117605. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117605>.



Table 1. Synthesized MMOFs Used in the Removal of Hg²⁺

MOF	MOF component	Modifying ligand	Target ion(s)	Adsorption capacity (mg g ⁻¹)	Optimal condition
MIL101(Fe)	Fe ³⁺ , H ₂ BDC	DMcT	Hg ²⁺	185	pH 6.25, 14 min
HKUST-1	Cu ²⁺ , H ₃ BTC	DTIM	Hg ²⁺	254	pH 6, 8 min
TMU-32	Zn ²⁺ , H ₂ OBA, DPU		Hg ²⁺	905	pH 7, 30 min
UiO-66	Zr ⁴⁺ , 2,5-dimercaptoterephthalic	CeO ₂	Hg ²⁺	~100	pH 5, 3 h



Reza Taghavi, Sadegh Rostamnia, Mustafa Farajzadeh, Hassan Karimi-Maleh, Jinghan Wang, Dokyoon Kim, Ho Won Jang, Rafael Luque, Rajender S. Varma, and Mohammadreza Shokouhimehr “Magnetite Metal-Organic Frameworks: Applications in Environmental Remediation of Heavy Metals, Organic Contaminants, and Other Pollutants” *Inorg. Chem.* 2022, 61, 15747-15783

MOF	Organic linker and metal cluster	Modifying ligand	Target ions	Adsorption capacity (ppm = mg g ⁻¹)	Optimal condition
UiO-66	Zr ⁴⁺ , 2,5-dimercaptoterephthalic	CeO ₂	Cd ²⁺		pH 5, 3 h
MIL-88A	Fe ³⁺ , fumaric acid	APTMS	Cd ²⁺	693	pH 6, 20 min
HKUST-1	Cu ²⁺ , H ₃ BTC	BITC	Cd ²⁺	175	pH 5.9, 10.1 min
TMU-8	Cd ²⁺ , H ₂ oba, 4-bpdb		Cd ²⁺		pH 10, 11 min
TMU-9	Cd ²⁺ , 4,4-bipy, H ₂ oba		Cd ²⁺		pH 10, 11 min
MIL101(Cr)	Cr ²⁺ , H ₂ BDC	PTSC	Cd ²⁺	195	pH 6.6, 13 min
HKUST-1	Cu ²⁺ , H ₃ BTC	TAR	Cd ²⁺	210	pH 6.2, 10 min
HKUST-1	Cu ²⁺ , H ₃ BTC	DMcT	Cd ²⁺	155	pH 5.7, 11 min
MIL-101(Fe)	Fe ³⁺ , H ₂ BDC	DPA	Cd ²⁺	188	pH 6.5, 11 min





Universidad
de Guanajuato

HIPÓTESIS

La modificación de sílices amino funcionalizadas con magnetita, le proporcionará a la sílice las propiedades magnéticas necesarias para su potencial concentración magnética, su vez los grupos amino presentes en la sílica favorecerán la capacidad de adsorción de iones metálicos como Au(III).

OBJETIVO GENERAL

Sintetizar y caracterizar silicas mesoporosas amino funcionalizadas con 1, 2 o 3 grupos amino y su modificación con Fe_3O_4 , así como evaluar su capacidad de adsorción frente a Au(III) en sistemas $\text{H}_2\text{O}/\text{HCl}$



EXPERIMENTACIÓN

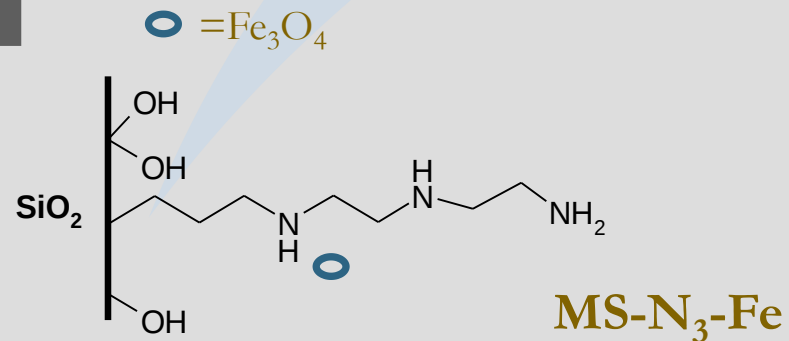


Universidad
de Guanajuato

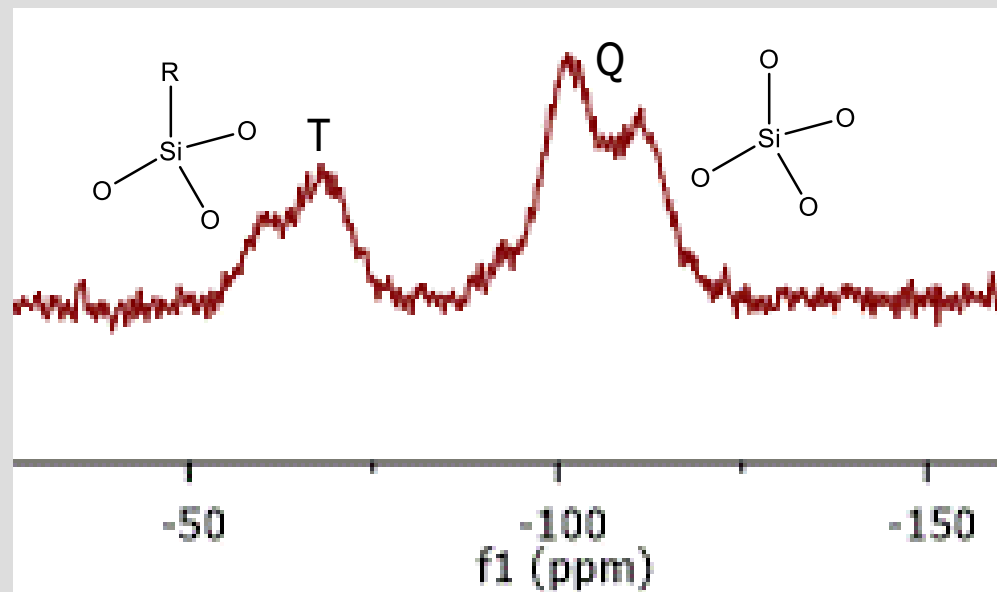
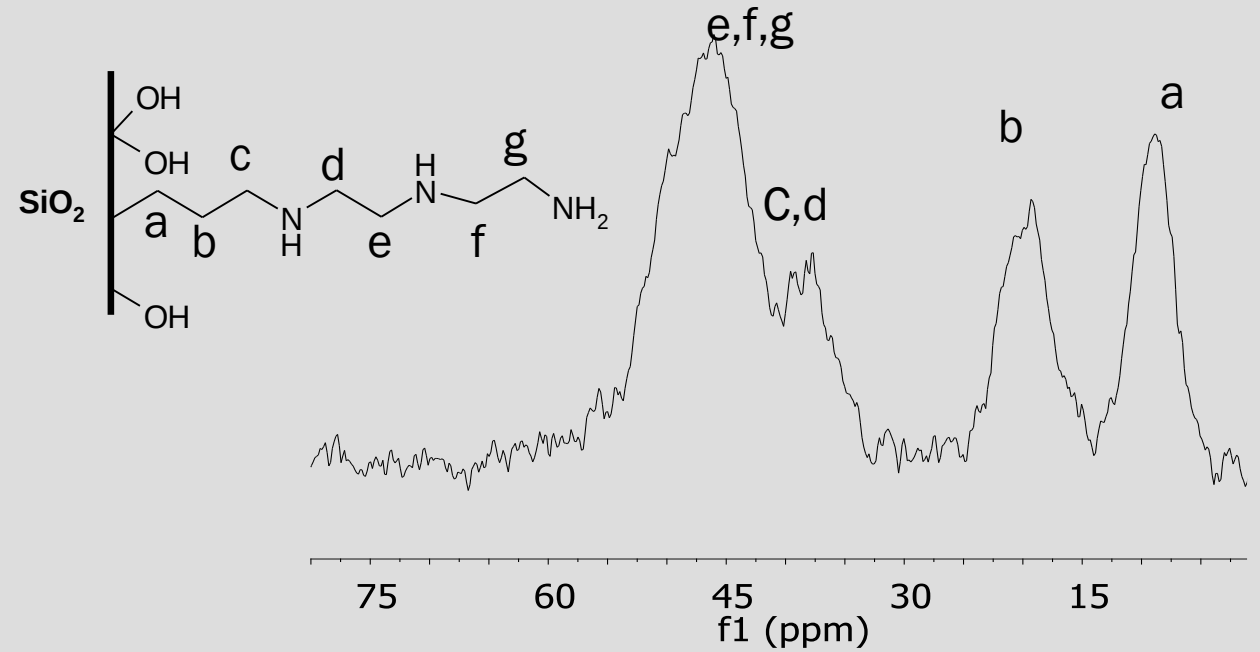
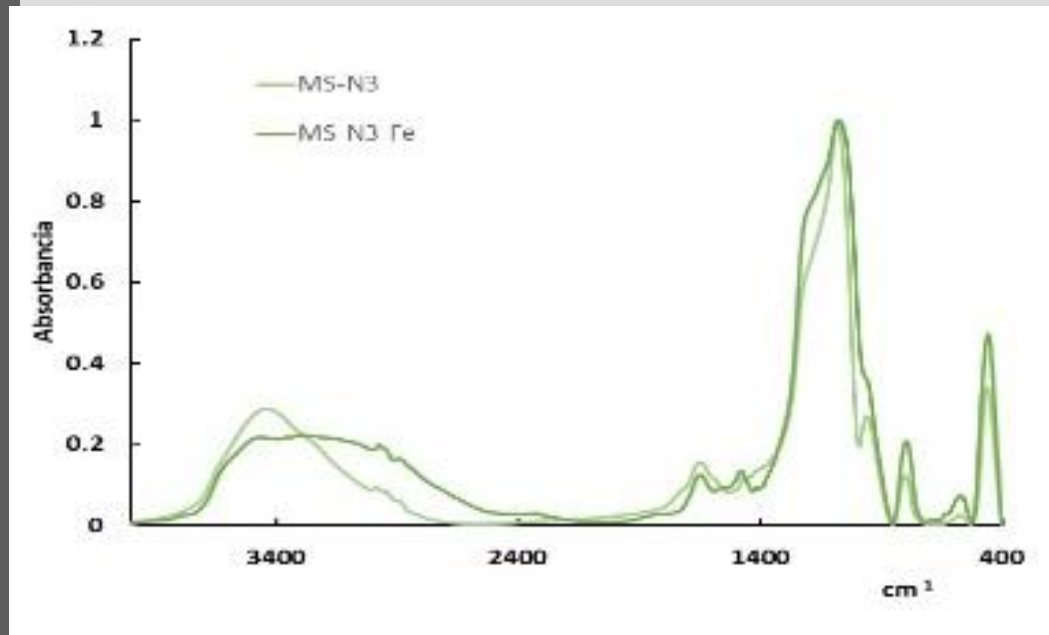
Estudios de Adsorción de Au(III) en soluciones
sintéticas

Preparación de una solución sintética de $[\text{AuCl}_4]^-$

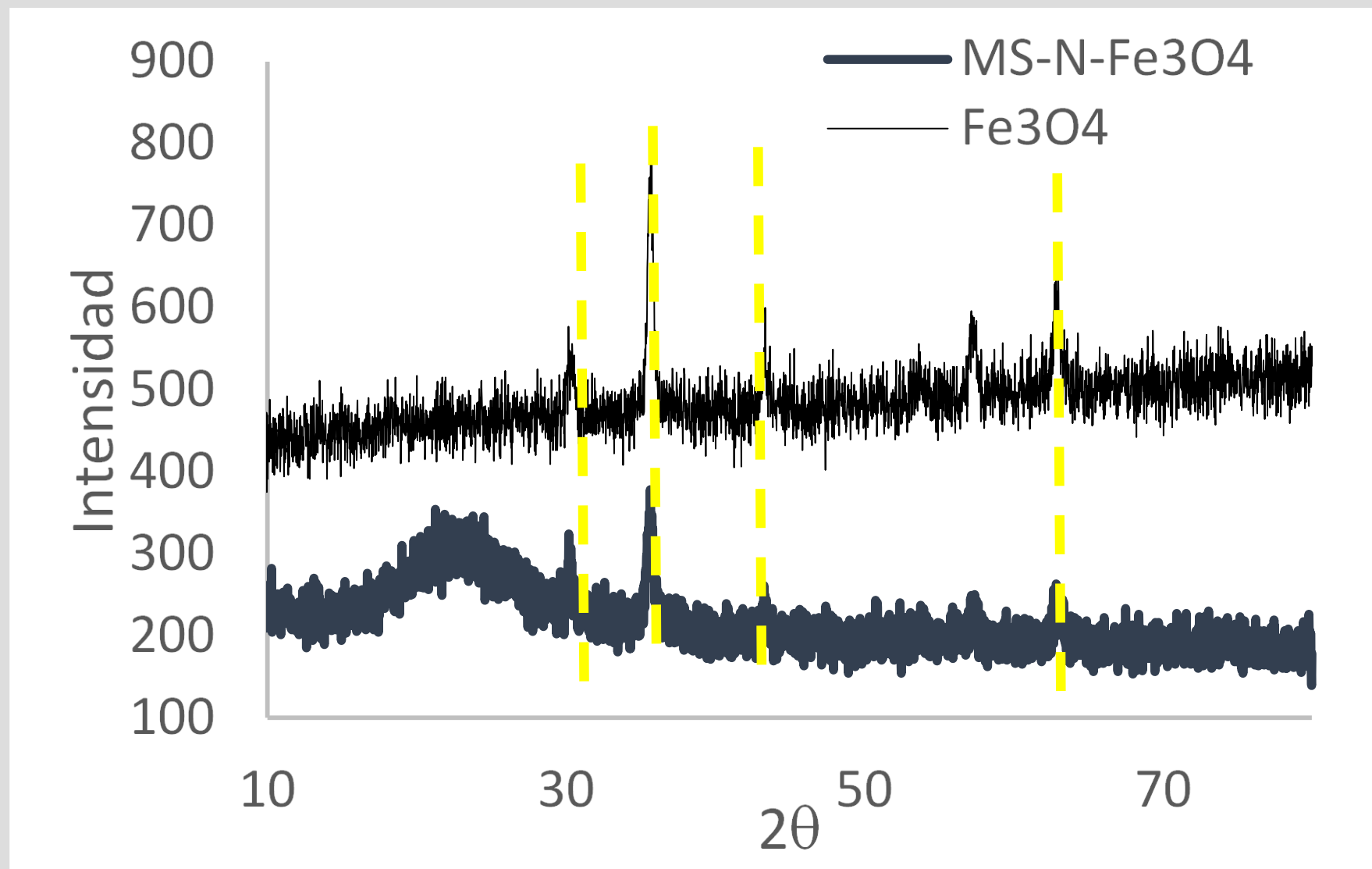
Síntesis y Caracterización de las MS-N_x-Fe



SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN

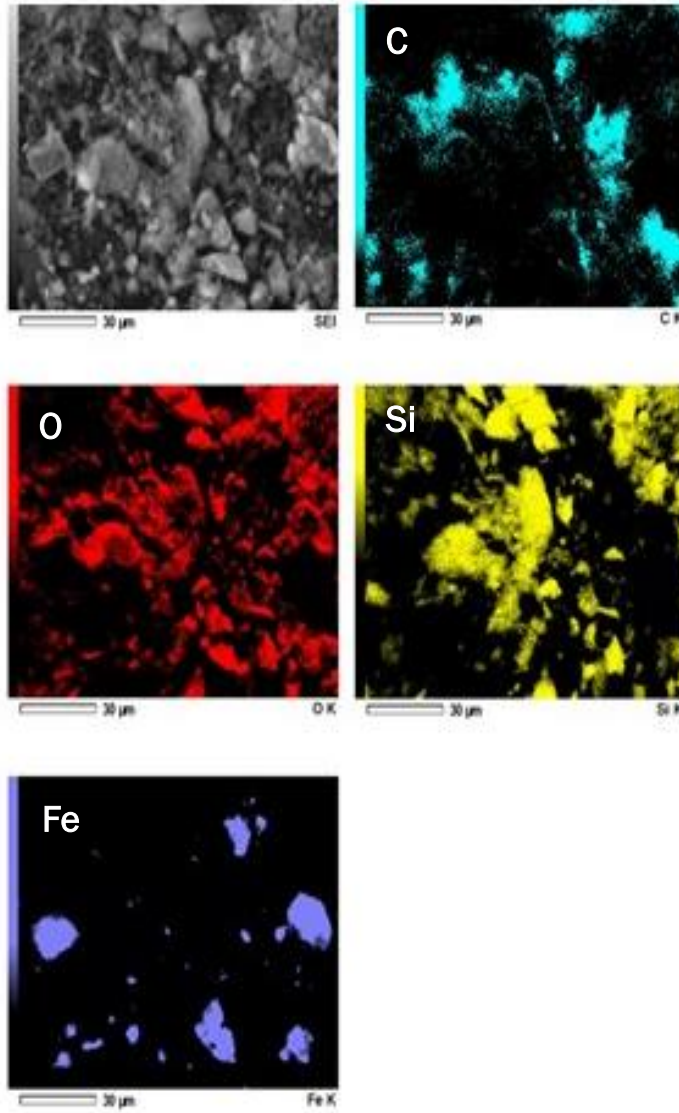


Caracterización por DRX



SEM-EDS

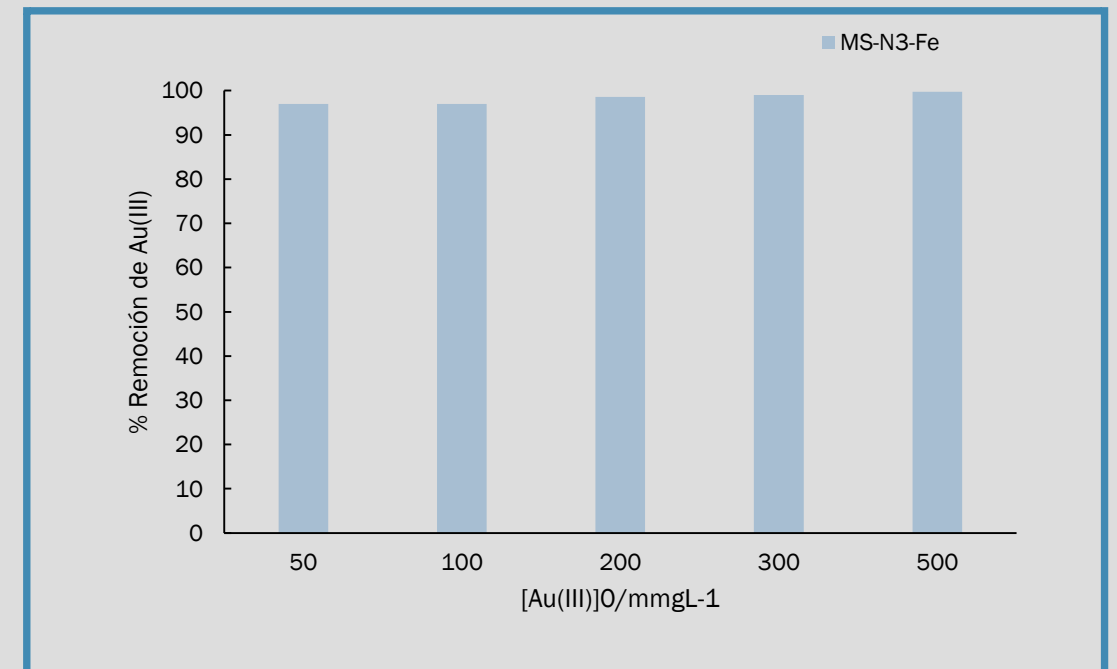
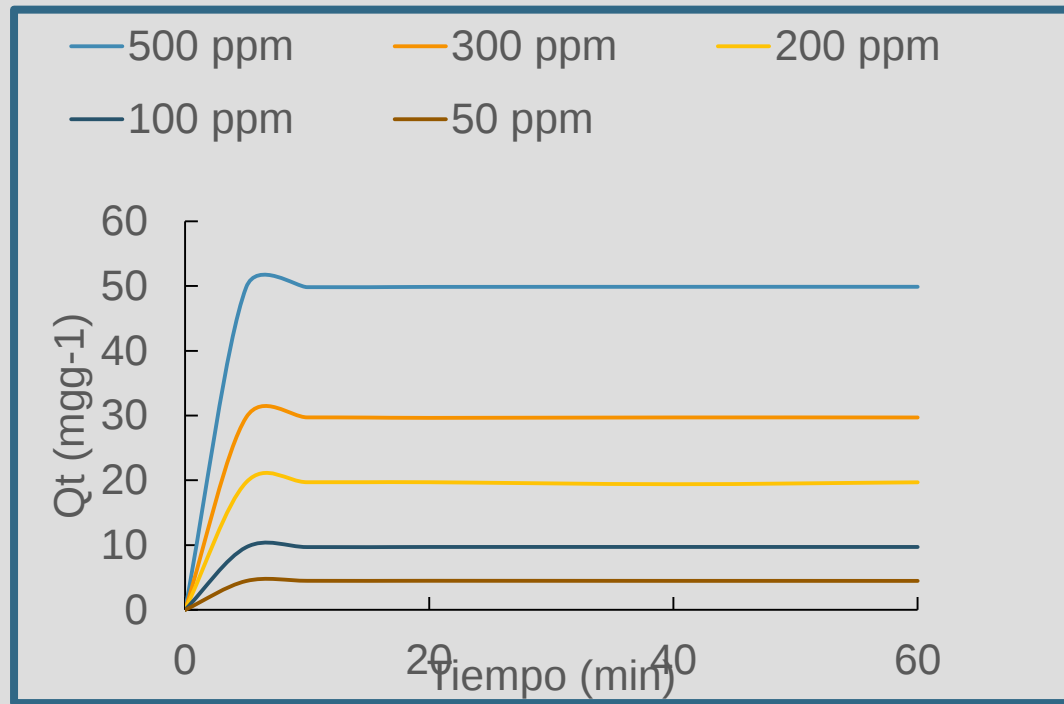
MS-N-Fe₃O₄





INTENSIDAD CAMPO [GAUSS]	CATEGORÍA/MINERAL
500-5000	FUERTEMENTE MAGNÉTICOS MAGNETITA, FRANKLINITA, LEUCITA, SÍLICE, PIRROTITA
5000-10000	MODERADAMENTE MAGNÉTICOS ILMENITA, BIOTITA, GRANATE, WOLFRAMITA
10000-18000	DÉBILMENTE MAGNÉTICOS HEMATITA, CULUMBITA, LIMONITA, PIROLUSITA, RODOCROSITA
18000-23000	PROBEMENTE MAGNÉTICO RUTILO, RODANITA, DOLOMITA, ZIRCON, ESFALERITA, CERUSITA, MONACITA, TANTALITA

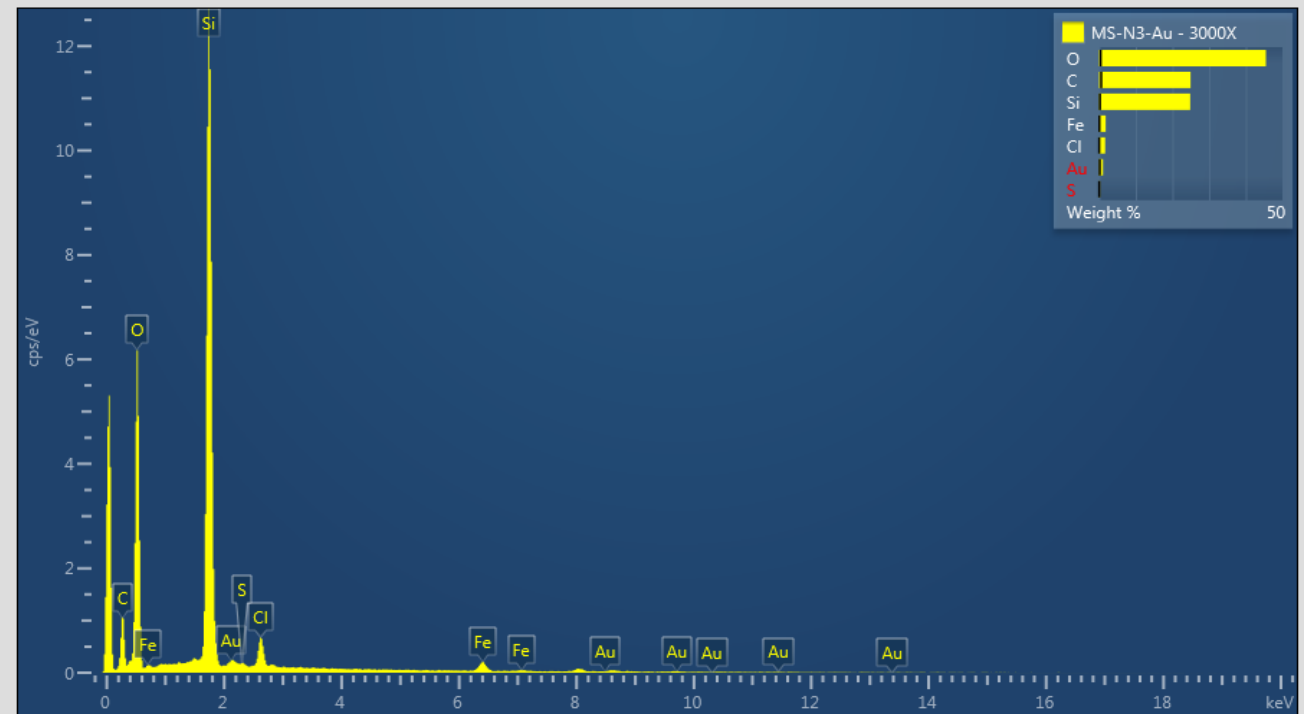
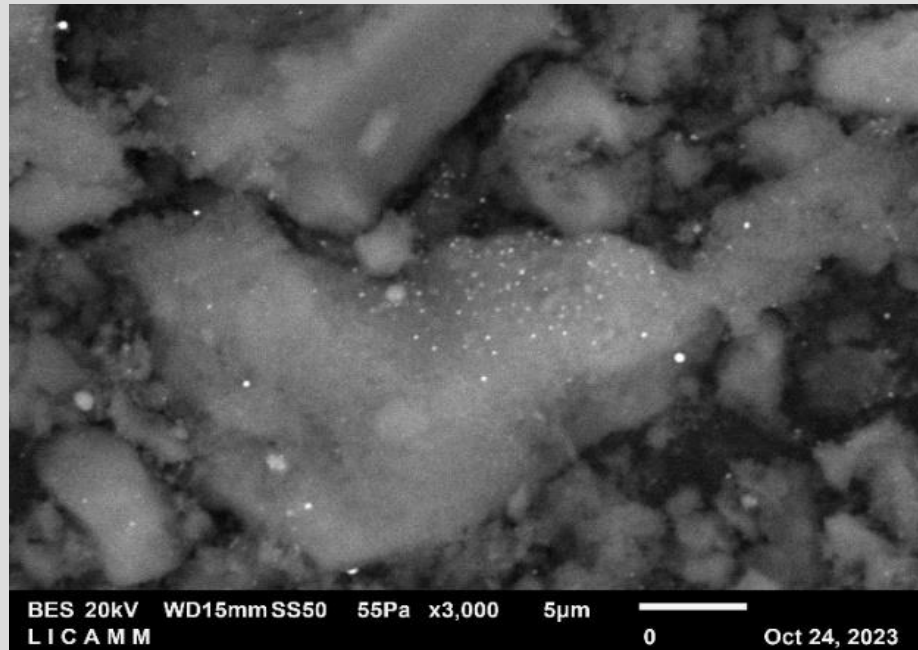
Estudios de Adsorción



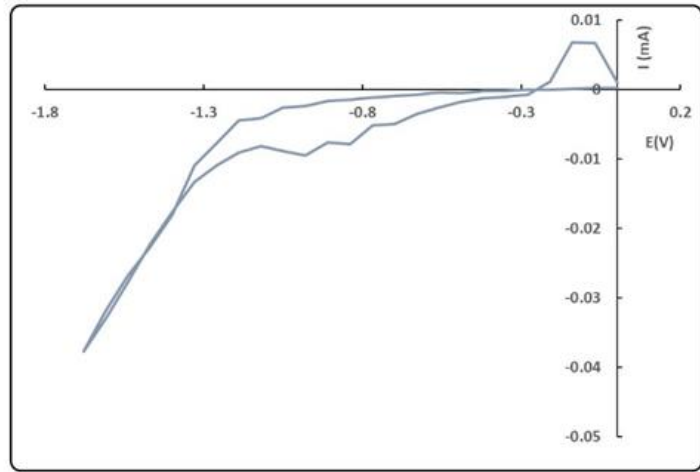
$$\frac{t}{Q_t} = \frac{1}{K_2 Q_e^2} + \frac{1}{Q_e} t \quad R_w = \frac{1}{1 + Q_e K_2 t_{ref}}$$

[Au(III)] ₀ / mgL ⁻¹	50	100	200	300	500
Q _e ^{cal} /mgg ⁻¹	4.47	9.71	19.61	29.67	50
Q _e ^{exp} / mgg ⁻¹	4.48	9.7	19.7	29.7	49.86
K ₂ / gmg ⁻¹ min ⁻¹	20.8134	6.631	8.67	5.678	2
R _w	0.0005	0.0008	0.0003	0.0003	0.0005
K ₂ Q _e / min ⁻¹	93.125	64.375	170	168.5	100
System observation	Drastically close to equilibrium	Drastically close to equilibrium	Drastically close to equilibrium	Drastically close to equilibrium	Drastically close to equilibrium

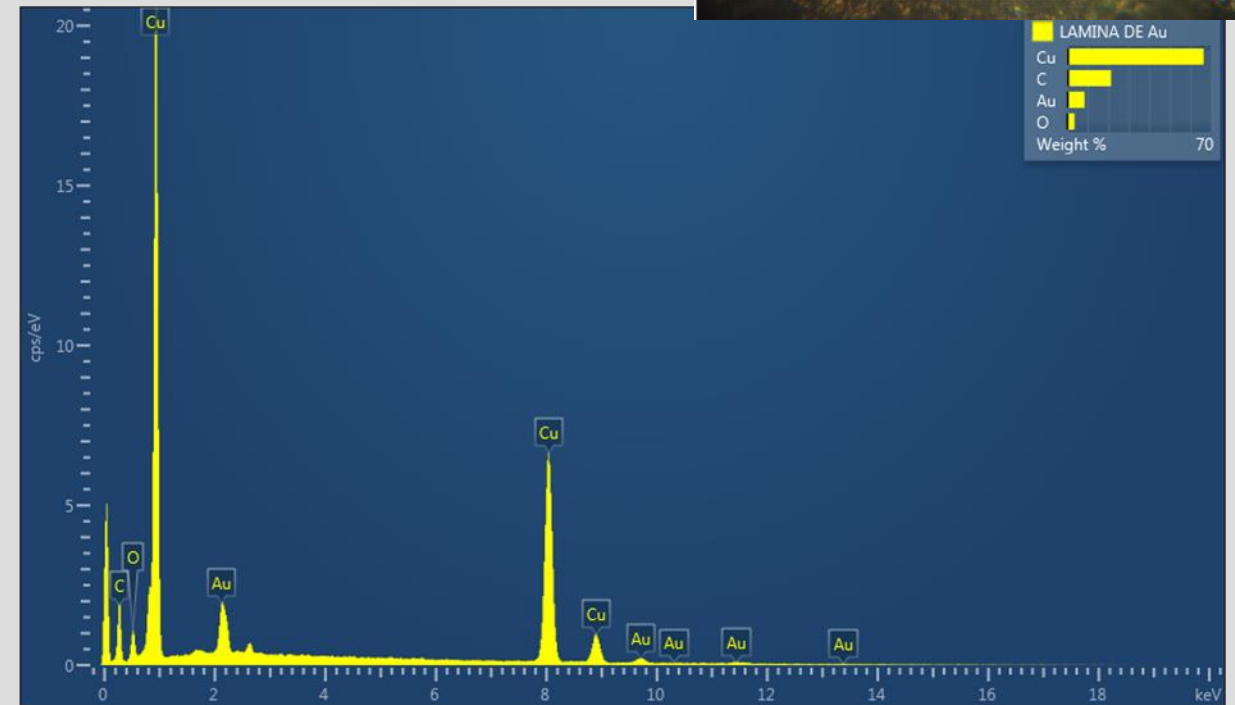
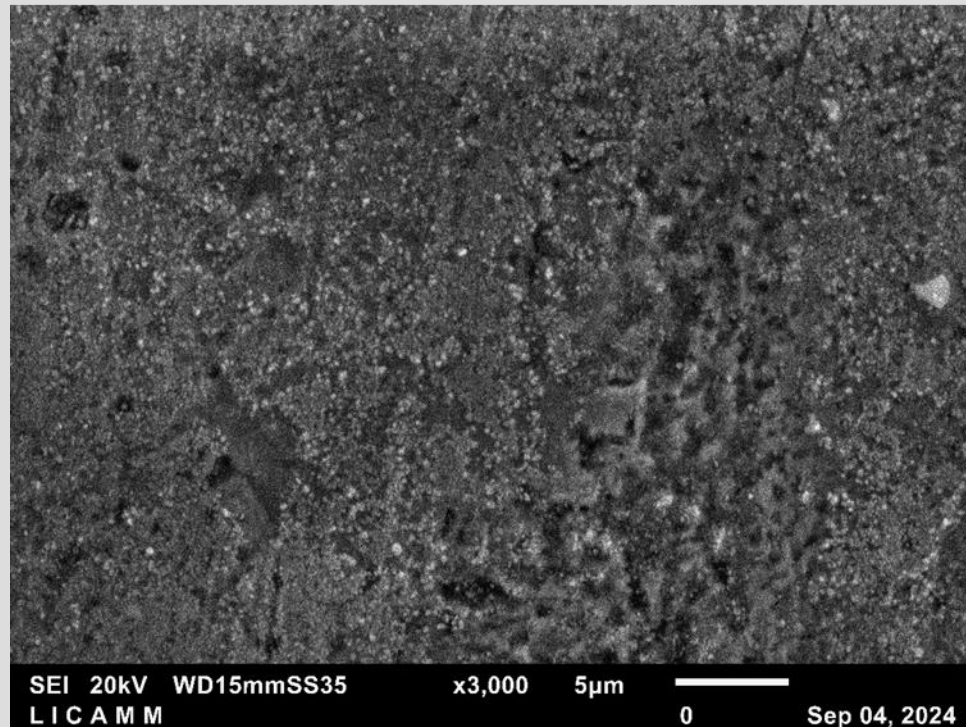
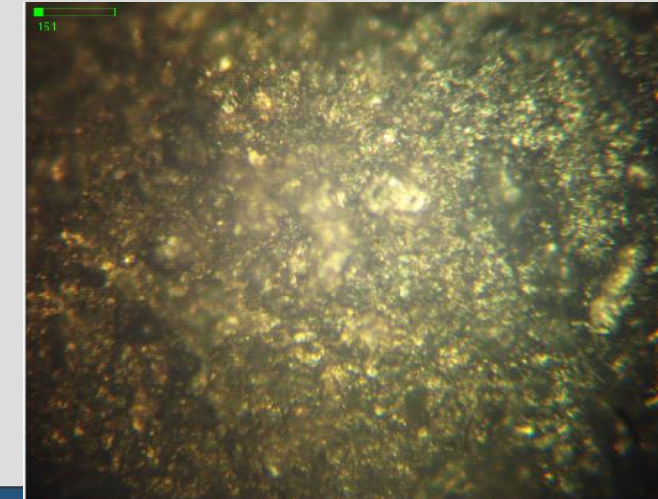
Caracterización del la MS-N₃-Fe-Au adsorbido



Caracterización del Au recuperado por electro-depósito



nano-esferas que van en tamaños de 147 a 294 nm, depositados sobre lamina de cobre



CONCLUSIONES

La caracterización por FTIR, RMN CPMAS de ^{13}C y ^{29}Si , garantizan la presencia del grupo trietilendiamino presente en la sílice mesoporosa, mientras que la SEM-EDS muestra la presencia de la Fe_3O_4 en el material lo que lo potencializa a su uso en concentraciones magnéticas. La capacidad de remoción de Au(III) observada fue cuantitativa por encima del 90% en un rango de concentración de $50\text{-}500\text{ mgL}^{-1}$, los datos experimentales se ajustaron al modelo cinético de pseudo segundo orden (PSO), mostrando en todos los casos sistemas tendientes drásticamente al equilibrio, lo que muestra un proceso de adsorción favorable, el análisis de los parámetros cinéticos del sistema muestra una mayor rapidez en la adsorción de Au(III) con el aumento del número de grupos amino presentes en el material, lo que sugiere que los grupos amino son sitios activos para el proceso de adsorción.





MARVID®

© MARVID-Mexico

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162, 163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169, 209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCONIMI is part of the media of MARVID-Mexico., E: 94-443.F: 008- (www.marvid.org/booklets)