

Optimización de las plazoletas de secado solar de la mina de la empresa Ernesto Che Guevara

Optimization of the solar drying platforms of the Ernesto Che Guevara company mine

Yanelis Regalado Urquía y3407197@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3347-1898>

Empresa Niquelífera Ernesto Che Guevara, Moa, Cuba

Resumen: Se propone el perfeccionamiento de las plazoletas de secado solar de la mina de la industria Ernesto Che Guevara de Moa para la reducción de la humedad promedio de las menas alimentadas. El proceso permite una mejor operación en los secaderos, al disminuir los fenómenos de adherencia y recirculación del material en la planta. La mejora de la mezcla de las menas lateríticas, se evidencia en los resultados del muestreo y en la disminución de la humedad en el mineral de entrada a la Planta de Recepción de Mineral. Con el procedimiento empleado en la corrida se evidenció una mejor estabilidad de la calidad de las menas niquelíferas que alimentan el proceso tecnológico. La reducción de la humedad promedio de las menas alimentadas fue de 3,83 %, permitiendo una mejor operación en los secaderos, al disminuir los fenómenos de adherencia y recirculación del material.

Palabras clave: radiación solar, tratamiento térmico, control de humedad

Abstract: The improvement of the solar drying platforms at the Ernesto Che Guevara mine in Moa is proposed to reduce the average moisture content of the ore feed. The process allows for improved dryer operation by reducing adhesion and material recirculation in the plant. The improved mixing of lateritic ores is evident in the sampling results and in the decreased moisture content of the ore entering the Ore Receiving Plant. The procedure used in the run demonstrated improved quality stability of the nickel ores fed into the technological process. The average moisture content of the ore feed was reduced by 3.83 %, allowing for improved dryer operation by reducing adhesion and material recirculation.

Key words: solar radiation, heart treatment, humidity control

Introducción

El uso de la energía solar se ha consolidado como una fuente prometedora en pro del desarrollo sostenible (Araújo, Varella & Guerra Vale, 2021; Moyado *et al.*, 2023; Roncancio Bedoya *et al.*, 2024). La utilización del secado solar ha sido avalada por su pertinencia y sostenibilidad por ser una fuente limpia de energía que permite disminuir el impacto ambiental de las fuentes tradicionales (Osornio *et al.*, 2022; Molina & Torres, 2022; Rao *et al.*, 2025; González-Urrieta *et al.*, 2025; Xu & Liu, 2025; Arreaga, Camas & Subarán, 2025).

El secado solar es un método tradicional empleando para eliminar la humedad de los minerales. Este proceso de secado constituye actualmente uno de los métodos más empleados en la industria extractiva de materiales (Fonseca Aguilar *et al.*, 2024). La implementación de secado solar en la industria minera representa un considerable ahorro de energía y la reducción de las emanaciones de gases tóxicos a la atmósfera (Estenoz & Pérez, 2000).

En la industria del níquel las menas lateríticas son sometidas a secado solar para reducir su contenido de humedad (Estenoz, 2001; Retirado-Mediaceja *et al.*, 2011; Retirado-Mediaceja & Legrá-Lobaina, 2011; Retirado-Mediaceja *et al.*, 2012; Belette, 2020; Retirado Mediaceja *et al.*, 2024; Retirado Mediaceja *et al.*, 2025). Este sistema se implementa almacenando la mena laterítica a granel conformando pilas a la intemperie (Retirado-Mediaceja *et al.*, 2016). La tecnología del secado solar en Moa, se realiza distribuyendo sobre plazoleas artificiales, las menas lateríticas como alternativa para racionalizar el proceso carbonato amoniacal aplicado durante la obtención de níquel más cobalto (Fonseca Aguilar *et al.*, 2024).

La aplicación del secado solar en la Empresa Che Guevara de Moa ha sido considerada a partir de la inserción en el Sistema de Preparación Integral del Mineral, el cual considera el aprovechamiento integral de los recursos minerales y el desarrollo de una minería de excelencia (Estenoz & Pérez, 2000). En esta empresa productora de níquel y cobalto se ha creado un sistema de explotación minera para aumentar la calidad de la mena laterítica. Este sistema concibe una tecnología para el secado natural del mineral con disímiles ventajas, pero que muestra limitaciones que reducen su factibilidad (Retirado-Mediaceja *et al.*, 2018). La búsqueda de una tecnología adecuada para el proceso de secado solar en la planta de preparación de mineral permitirá

mayor desarrollo de la industria (Retirado-Mediaceja *et al.*, 2007). Fonseca Aguilar (2024) asevera que la aplicación del secado solar de los yacimientos lateríticos de esta empresa posibilita reducir la humedad del mineral, el consumo de petróleo y aumentar la productividad de la industria.

En la industria niquelífera Ernesto Che Guevara se realiza la alimentación directa desde los frentes mineros, trayendo consigo una mayor incorporación de rocas al sistema. A su vez el mineral entra con un mayor porcentaje de humedad al proceso. Este trabajo se realiza con el objetivo de optimizar las plazoletas de secado solar para disminuir la humedad promedio del mineral de entrada a la Planta de Preparación de Mineral.

Materiales y métodos

Se realizó la remoción de las pilas entre 30 y 55 pases de remoción (diario). Se buscó una forma alternativa de disminuir el tiempo de remoción y que fuera efectivo con 16 pases de remoción para reducir el tiempo de secado y la humedad del mineral.

Se realizó una corrida experimental, a partir del llenado de las plazoletas 4, 5, 7 y 8 del proyecto de secado solar. Las pilas se conformaron con menas niquelíferas procedentes de los yacimientos Yagrumaje Sur, Camarioca Este y Punta Gorda, conformándose 3 pilas y 6 sectores en cada plazoleta. Se realizó el remonte y remoción de las pilas con las retroexcavadoras de pala frontal, realizando la remoción de las pilas durante 16 días, en el horario de 7:00 am a 7:00 pm. Al terminar el proceso de remonte se procedió al muestreo para la caracterización de las menas lateríticas y saprolíticas depositadas en los sectores y pilas de dichas plazoletas.

Diseño, experimentación, análisis y ensayos

El abasto de las plazoletas se realizó con las menas niquelíferas de los yacimientos Punta Gorda, Yagrumaje Sur y Camarioca Este. Las plazoletas se conformaron con tres pilas de dos sectores cada una, depositándose en 3 hileras diferentes (Figura 1).

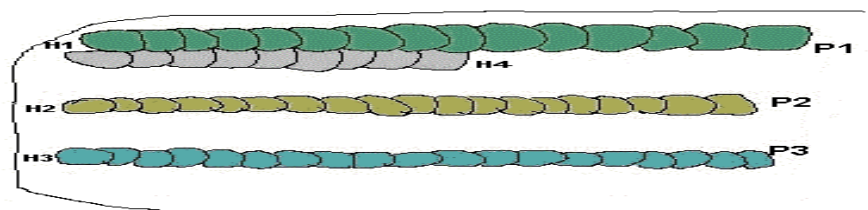


Figura 1. Esquema de descarga de los viajes de camiones en las hileras para formar las pilas del secado solar en las plazoletas. (P1 pila 1, P2 pila 2, P3 pila 3, H1 hilera 1, H2 hilera 2, H3 hilera 3, H4 hilera 4).

Las hileras de viajes (a) se remontaron, quedando una pequeña pila (b); posteriormente se depositaron dos hileras que fueron remontadas sobre la pila pequeña, quedando como resultado la pila C (Figura 2). Posteriormente se inició el proceso de remoción.

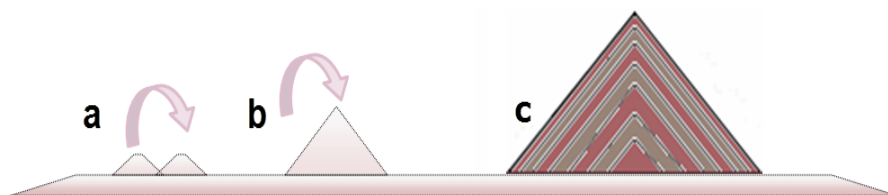


Figura 2. Proceso de remonte de hileras y formación de las pilas para secado solar. a) Remonte de la 1ra hilera sobre la segunda, b). Pila de menor altura formada por dos hileras. c) Pila terminada con todas sus hileras remontadas.

El proceso de remoción se ejecutó en paralelo al proceso de abasto. El proceso de secado mediante la remoción se realizó recogiendo una capa de mineral, de abajo hacia arriba en el talud norte y dejándolo caer hacia el talud de la parte sur, proporcionando un alto aprovechamiento de la energía solar, eólica y el calor natural, facilitado por la formación total de las pilas de una vez.

La organización y desplazamiento durante la operación de remoción, la regulación del área de exposición para el secado en la pila y la pendiente de los taludes para el drenaje de las precipitaciones, durante el secado, se realizaron en las pilas con 16 pases de remoción, dependiendo de la altura de la pila y a su vez del número de capas que tenía el montón o la plazoleta. Al terminar con las remociones, las pilas quedaron conformadas y listas para el muestreo de caracterización (Figura 3).

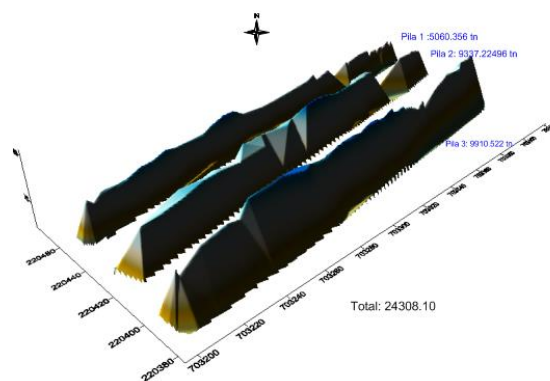


Figura 3. Pilas de la plazoleta conformada después de la remoción.

Para el proceso de caracterización, se tomaron las muestras en las paredes de las pilas, cada tres metros y se fraccionaron las pilas con una retro para muestrear el interior de las mismas utilizando el método de surco que consistió en la obtención del material laterítico con la ayuda de la pala (Figura 4).



Figura 4. Método de surco para el muestreo de las menas lateríticas en las pilas de las plazoletas.

Los materiales empleados para la toma de las muestras fueron una pala y bolsos de nylon con capacidad de 10 kg de minerales lateríticos.

Procesamiento físico de las muestras y preparación para las determinaciones químicas

Las muestras tomadas fueron llevadas al cuarto de preparación de la Planta de Recepción y Suministro de Mineral, donde se procedió de la manera siguiente:

- Secado: en estufa universal a 120 °C, por un periodo de 2 horas.
- Proceso de trituración: en trituradora de mandíbula, con un diámetro de salida de las partículas de entre 3 a 6 mm. Se empleó un cuarteador, para disminuir el tamaño de la muestra.

- Pulverización: con molino de disco con una granulometría de menos de 100 mesh.
- Las muestras se envasaron en pomos y se enviaron al laboratorio químico de la empresa.
- En el laboratorio, las muestras fueron puestas nuevamente en la estufa para reducir la humedad del traslado y garantizar la homogenización correspondiente antes de confeccionar las pastillas para el análisis.
- El procesamiento de las muestras se realizó de manera individual. Los análisis de humedad se realizan en una balanza termo gravimétrica.
- La determinación de elementos químicos en las muestras se realizó utilizando el Método Analítico de Fluorescencia de Rayos X, empleado en el laboratorio de la Empresa Ernesto Che Guevara.
- Se realizaron los análisis químicos de las muestras, cuyos resultados se modelaron en forma de gráficos y tablas y se realizó la interpretación correspondiente.

Resultados del control de la humedad y la composición química de las menas níquelíferas

La evaluación se realizó en las plazoletas 5, 7 y 8 de los Depósitos Mineros de Secado Solar de la Empresa Ernesto Che Guevara. Las pilas y sectores se conformaron con minerales de los yacimientos Punta Gorda, Camarioca Este y Yagrumaje Sur. Durante la caracterización se tomaron un total de 370 muestras, de las cuáles 119 muestras proceden de la plazoleta 5; 120 de la plazoleta 7 y 131 de la plazoleta 8.

La plazoleta 5 se conformó con menas níquelíferas del yacimiento Punta Gorda, con un volumen de 25 438 t, estructurada por tres pilas y dos sectores en cada una de ellas. Sometida al proceso de secado solar con 36.43 % de humedad de entrada, la remoción se realizó durante 16 días en el horario de 7:00 am a 7:00 pm en el mes de septiembre de 2021. El proceso de remoción se efectuó desde el talud sur hacia el norte, en capas de 15 a 50 cm y luego de 16 pases de remoción realizados, se registró una humedad final de 32.7 %, disminuyendo un 3.73 %.

Terminada la remoción de las pilas, se realizó el muestreo de caracterización. Los resultados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la caracterización final de las menas niquelíferas en la plazoleta 5

Cantidad de muestras	Plazoleta 5	Ni	Co	Fe	SiO ₂	Mg	Al ₂ O ₃	H ₂ O
39 Muestras	Pila 1	1.370	0.107	41.89	6.90	4.28	7.25	33.0
40 Muestras	Pila 2	1.160	0.113	43.34	5.67	3.24	8.40	34.2
40 Muestras	Pila 3	1.310	0.102	41.99	8.18	4.92	6.82	30.8
Valor Promedio		1.280	0.107	42.41	6.92	4.15	7.49	32.7

Por su parte, la plazoleta 7 se conformó con menas niquelíferas procedentes del yacimiento Camarioca Este, con un volumen de 48652 t, conformándose en tres pilas y dos sectores en cada una de ellas. Sometida al proceso de secado solar con 37.51 % de humedad inicial, la remoción se realizó durante 16 días en el horario de 7:00 am a 7:00 pm en el mes de septiembre de 2021. El proceso de remoción se efectuó desde el talud Sur hacia el Norte, en capas de 15 a 50 cm, y luego de 16 pases de remoción realizados, se registró una humedad de 33.6 %, con una disminución de 3.91 %.

Terminada la remoción de las pilas, se realizó el muestreo de caracterización. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la caracterización final de las menas niquelíferas en la plazoleta 7

Cantidad de muestras	Plazoleta 7	Ni	Co	Fe	SiO ₂	Mg	Al ₂ O ₃	H ₂ O
40 Muestras	Pila 1	1.188	0.130	41.68	7.14	3.43	7.47	33.8
40 Muestras	Pila 2	1.158	0.108	42.02	7.50	3.42	6.97	34.2
40 Muestras	Pila 3	1.283	0.114	41.98	7.31	3.91	7.04	32.7
Valor Promedio		1.210	0.117	41.89	7.32	3.59	7.16	33.6

La plazoleta 8 se conformó con menas niquelíferas del yacimiento Yagrumaje Sur, con un volumen de 50 211 t, la misma se formó por tres pilas y dos sectores en cada una de ellas. Se sometió al proceso de secado solar con 37.66 % de humedad de entrada. La remoción se realizó durante 16 días de 7:00 am a 7:00 pm en el mes de noviembre de 2021. El proceso de remoción se efectuó desde el talud Sur hacia el Norte, en capas de 15 a 50 cm, y luego de 16 pases de remoción termina con una humedad de 33.8 %, disminuyendo un 3.86 %. Terminada la remoción de las pilas, se realizó el muestreo de caracterización. Los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la caracterización final de las menas niquelíferas en la plazoleta 8

Cantidad de muestras	Plazoleta 8	Ni	Co	Fe	SiO ₂	Mg	Al ₂ O ₃	H ₂ O
51	Pila 1	1.234	0.113	44.73	5.17	2.09	8.09	32.7
47	Pila 2	1.171	0.114	39.22	8.18	4.49	7.43	33.9
33	Pila 3	1.104	0.111	40.95	7.30	3.56	8.20	34.8
Valor Promedio		1.170	0.113	41.63	6.88	3.38	7.91	33.8

Corrida de alimentación al proceso metalúrgico

En la corrida experimental, la alimentación comenzó en las plataformas 5, 7 y 8. A partir de ese momento, se alimentó al proceso metalúrgico con minerales útiles desde las plazoletas de secado solar durante 24 días. Las figuras 5, 6 y 7 muestran el comportamiento de calidad de las menas alimentadas durante los días de la corrida en los puntos de muestreo del proceso tecnológico.

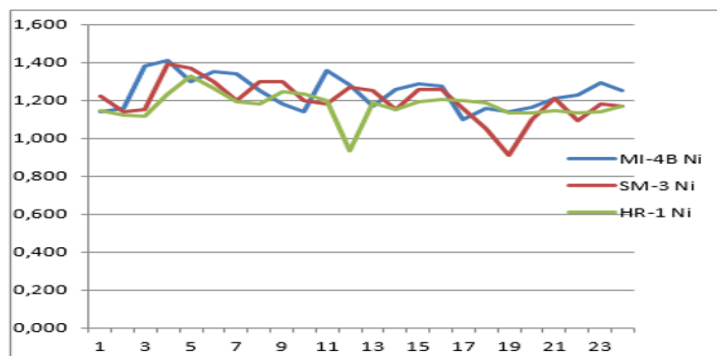


Figura 5. Comportamiento del níquel en las muestras tomadas en las plazoletas, en la SM-3 y en HR-1.

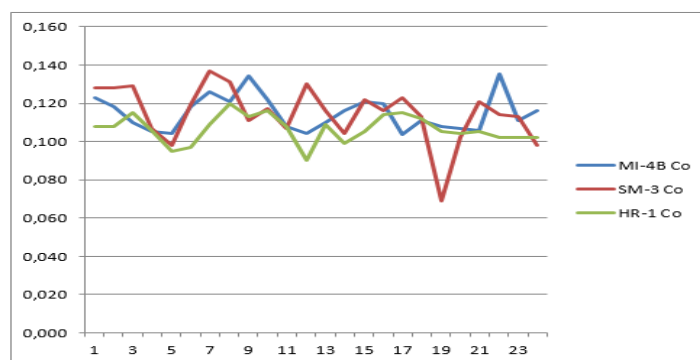


Figura 6. Comportamiento del cobalto en las muestras tomadas en las plazoletas, en la SM-3 y en HR-1.

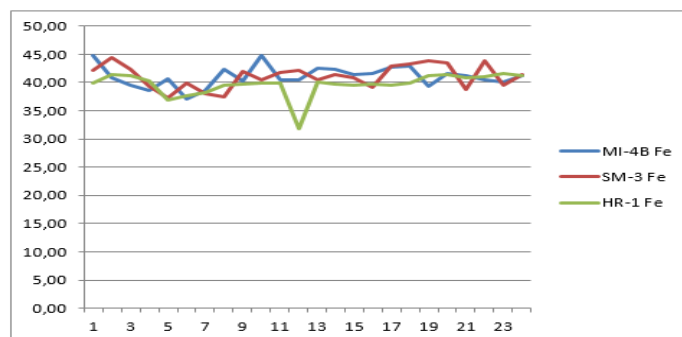


Figura 7. Comportamiento del hierro en las muestras tomadas en las plazoletas, en la SM-3 y en HR-1.

El comportamiento de las muestras en las plazoleas 5, 7 y 8 se muestra en las tablas 4, 5 y 6 respectivamente.

Tabla 4. Comportamiento del muestreo en la plazolea 5. (MI-4C: Mineral útil en las plataformas; SM-3: Mineral alimentado en los secaderos; MI-4B: Mineral útil alimentado en la fábrica)

Muestra	% Ni	% Co	% Fe	% SiO ₂	% MgO	% Al ₂ O ₃
MI-4C	1.28	0.107	42.41	6.92	3.89	7.49
SM-3	1.261	0.116	40.93	7.56	4.02	7.76
MI-4B	1.281	0.112	40.660	8.71	4.50	7.62

Tabla 5. Comportamiento del muestreo en la plazolea 7

Muestra	% Ni	% Co	% Fe	% SiO ₂	% MgO	% Al ₂ O ₃
MI-4C	1.210	0.117	41.89	7.32	3.59	7.16
SM-3	1.240	0.118	40.44	8.33	4.57	7.95
MI-4B	1.254	0.118	41.40	7.78	3.91	7.55

Tabla 6. Comportamiento del muestreo en la plazolea 8

Muestra	% Ni	% Co	% Fe	% SiO ₂	% MgO	% Al ₂ O ₃
MI-4C	1.17	0.113	41.63	6.88	3.38	7.94
SM-3	1.14	0.109	41.06	7.49	3.53	8.16
MI-4B	1.15	0.114	40.83	7.92	3.74	8.05

Como se expone en los resultados, las tres muestras desde una misma plataforma presentan similitud, lo que evidencia que tanto los trabajos de muestreo como los ensayos cumplen con la calidad requerida.

Consumo de petróleo en la planta de preparación de mineral durante los días de la corrida

Durante la segunda decena, estimada la de menor afectación, se logró un ahorro de 1.018 kg de petróleo/t mineral alimentado, equivalente a 183 t, a pesar que en la decena hubo afectación en la operación de secaderos en dos días que elevaron el consumo.

Conclusiones

Con el nuevo procedimiento empleado en la corrida se evidenció una mejor estabilidad de la calidad de las menas níquelíferas alimentadas al proceso tecnológico, con diferencias mínimas en cuanto al contenido de los componentes útiles y nocivos en las muestras MI-4B, MI-4C y SM-3.

La reducción de la humedad promedio de las menas alimentadas fue de 3,83 %, permitiendo una mejor operación en los secaderos, al disminuir los fenómenos de

adherencia y recirculación del material en dicha planta.

En el periodo de la corrida se reportó una disminución de 1.018 kg de consumo de petróleo por tonelada de mineral alimentado, equivalente a 183 toneladas, representando un ahorro de 1,65 millones de CUP.

La implementación del secado solar en plazoletas posibilita la reducción de la humedad promedio de las menas alimentadas permitiendo una mejor operación en los secaderos. Al disminuir los fenómenos de adherencia y recirculación del material en dicha planta, se disminuye el consume de petróleo lo cual representa un ahorro para la industria.

Referencias bibliográficas

- Araújo, C.V., Varella, F.K. & Guerra Vale, M.R. (2021). Construção de secador solar no semiárido nordestino utilizando materiais recicláveis. *Revista Brasileira de Energia Solar*, 12(1), 21-30. <https://doi.org/10.59627/rbens.2021v12i1.334>
- Arreaga, A., Camas, M.P., & Subarán, B. (2025). Secado solar en proceso de conversión de biomasa provenientes de residuos agroindustriales. *Energías renovables*, 12(55). <https://doi.org/10.59730/rev.v12n55a4>
- Belette-Fuentes, O. (2020). Comportamiento del secado solar de lateritas a la intemperie en condiciones de clima húmedo tropical. *Holos*, 7, 1-14. <https://doi.org/10.15628/holos.2020.7011>
- Estenoz, S. & Pérez, N. (2000). Uso de energías renovables en la industria cubana del níquel. *Ecosolar. Revista científica trimestral de Cubasolar*, 8, 1-9. <https://www.patrilibros.org.book/2801>
- Estenoz, S. (2001). Desarrollo sostenible en la minería a través del aprovechamiento integral de los yacimientos lateríticos. *Tecnología Química*, 21(3), 54-60.
- Fonseca Aguilar, R., Guerrero Almeida, D., Carmenate Fernández, J.A., & García de la Cruz, M.I. (2024). Caracterización geotécnica de los terrenos base del secado solar de la empresa "Comandante Ernesto Che Guevara". *Infomin*, 16, 1-7. <https://cu-id.com/2144/v16e04>

- Fonseca Aguilar, R. (2024). *Procedimiento para la explotación sostenible de los terrenos base del sistema del secado solar de la empresa "Comandante Ernesto Che Guevara"*. (Tesis de Maestría, Universidad de Moa).
- González-Urrieta, M.M., Vázquez-González, C.T., Téllez-Zepeda, J.M., Hernández-Velázquez, L., & Olguín-Rojas, J.A. (2025). Diseño y construcción de un secador solar para agro residuos con un enfoque en biomasa circular. *Tendencias en energías renovables y sustentabilidad*, 4(1), 142-145. <https://doi.org/10.56845/terys.v4i1.480>
- Molina, A.A., & Torres, Y.J. (2022). *Determinación de beneficios económicos y ambientales de la utilización de la Energía termosolar en la Industria Metalúrgica-Minera en el 2022*. (Trabajo de Diploma, Unidades Tecnológicas de Santander). <https://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/11336>
- Moyado, L.D., Zayas, J.L., Montalvo, I.A., & Flores, J.A. (2023). Tendencias de investigación sobre energía solar. *Energías Renovables*, 10(50). <https://doi.org/10.59730/rer.v10n50a3>
- Osornio, J.I., Domínguez, O., Miranda, A., Reyes, F.A. & Vargas, E.M. (2022). Energía Solar Térmica. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior TePeji del Río*, 9(18), 41-43. <https://doi.org/10.29057/estr.v9i18.8879>
- Rao, B., Zhao, T., Tu, H., Zhang, Y., Yu, S., Cheng, S., & Zhou, F. (2025). Mechanistic exploration of activated carbon synergistic solar drying through theoretical analysis coupled with experimental validation. *Waste Management*, 197, 50-60. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2025.02.024>
- Retirado-Mediaceja, Y. & Legrá-Lobaina, A.A. (2011). Modelación matemática del área de exposición y del volumen de las pilas de menas lateríticas expuestas a secado solar natural. *Minería y Geología*, 27(2), 84-108. <https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/266>
- Retirado-Mediaceja, Y., Góngora-Leyva, E., Torres-Tamayo, E., & Roja-Purón, L.A. (2007). Comportamiento de la humedad durante el secado solar del mineral laterítico. *Minería y Geología*, 23(3), 1-18. <https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/83>

- Retirado-Mediaceja, Y., Lamorú-Reyes, M., Góngora-Leyva, E., Torres-Tamayo, E., Leyva-de la Cruz, B. & García Batista, D. (2011). Transferencia de calor en el secado solar a la intemperie de menas lateríticas ferroniquelíferas. *Minería y Geología*, 27(1), 1-21.
<https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/136>
- Retirado-Mediaceja, Y., Laurencio-Alfonso, H.L., Salazar-Corrales, M.F., León-Segovia, M.A., León-Segovia, M.A., Falconí-Borja, M.A., & Vega-Peñañiel, J.P. (2018). Perfeccionamiento de la tecnología de secado natural de la mena laterítica. *Minería y Geología*, 34(2), 95-209.
https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art6_No2_2018
- Retirado-Mediaceja, Y., Legrá-Lobaina, A.A., Camaraza-Medina, Y., Laurencio-Alfonso, H.L., Salazar-Corrales, M.F. & Quitiaquez-Sarzosa, W.G. (2025). Validación experimental de modelos físico-matemáticos del secado natural de mena laterítica. *Minería y Geología*, 41(2), 134-156.
<https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/2779>
- Retirado-Mediaceja, Y., Legrá-Lobaina, A.A., Gilbert-Hernández, A., Salazar-Cueva, E.P., Salazar-Cueva, J.R. & Mendoza-Vaca, M.A. (2016). Influencia de la inclinación de las pilas en el secado natural de la mena laterítica. *Minería y Geología*, 32(3), 113-127.
https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/art8_No3_2016
- Retirado-Mediaceja, Y., Legrá-Lobaina, A.A., Lamorú-Reyes, M., & Pérez-Lamorú, M.L. (2025). Mecanismo de transporte de la humedad en pilas de lateritas sometidas a secado eólico y solar. *CIYA. Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas*, 9(2), 62-79 <https://doi.org/10.61236/ciya.v9i2.1096>
- Retirado-Mediaceja, Y., Legrá-Lobaina, A.A., Lamorú-Reyes, M., Torres Tamayo, E., & Laurencio-Alfonso, H.L. (2012). Optimización del secado solar de la mena laterítica en la industria cubana del níquel *Minería y Geología*, 28(2), 30-46.
<https://revista.ismm.edu.cu/index.php/revistamg/article/view/307>

- Retirado-Mediaceja, Y., Legrá-Lobaina, A.A., Leyva Tarafa, M.A., Lamorú-Reyes, M. & Pérez Lamorú, M.L. (2024). Aplicación informática para calcular área y volumen de pilas de tierra mineral almacenadas a granel. *CIYA. Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas*, 8(1), 36-47.
<https://investigacion.utc.edu.ec/index.php/ciya/article/view/622>
- Roncancio Bedoya, A.F., Nuvaez Castillo, J.J., Agudelo Taborda, S., & Carrillo Benítez, C. (2024). La innovación tecnológica como impulsor de políticas públicas en materia de energías renovables y desarrollo sostenible: Análisis de la implementación de energías renovables en Colombia y México. *Revista De Direito Da Cidade*, 15(4), 2161–2179. <https://doi.org/10.12957/rdc.2023.80362>
- Xu, G., & Liu, H. (2025). Efficiency Analysis of Solar Drying System Integrated with Flat-plate Solar Collector and Thermal Storage Units. *Renewable Energy*, 122569. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.122569>