



9th International Interdisciplinary Congress on Renewable Energies, Industrial Maintenance, Mechatronics and Informatics

Booklets



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

Title: Evaluation of the grinding performance at the saucito I plant and optimization of the knelson QS30 gravimetric concentrator

Authors: Contreras-Pimentel, Luís Ángel, Nájera-López, Aimeé Nataly, Villegas-Martínez, Rodrigo Cervando and García-González, Juan Manuel

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCIERMMI Control Number: 2024-01
BCIERMMI Classification (2024): 241024-0001
RNA: 03-2010-032610115700-14
Pages: 17

0009-0002-7353-5180
 0009-0006-2919-551X
 KZU-6876-2024 0000-0003-0474-6734
 0000-0001-7259-5021 346241

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: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

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



Contenido.

Introducción3

Metodología4

Resultados.....10

Conclusiones.....17

Referencias18



Introducción.



La actividad minera factor fundamental en la historia económica, política, social y cultural de México. Pilar para el crecimiento y desarrollo responsable del futuro del Estado de Zacatecas.

Minera Saucito, contempla estudios y evaluaciones del desempeño en las diferentes áreas del proceso.

- Mediante un estudio del desempeño de molienda se determina la eficiencia de molienda, de cribas, clasificación de ciclones y cargas circulantes.

Operación de la Planta Concentradora I de la minera Saucito PLC.

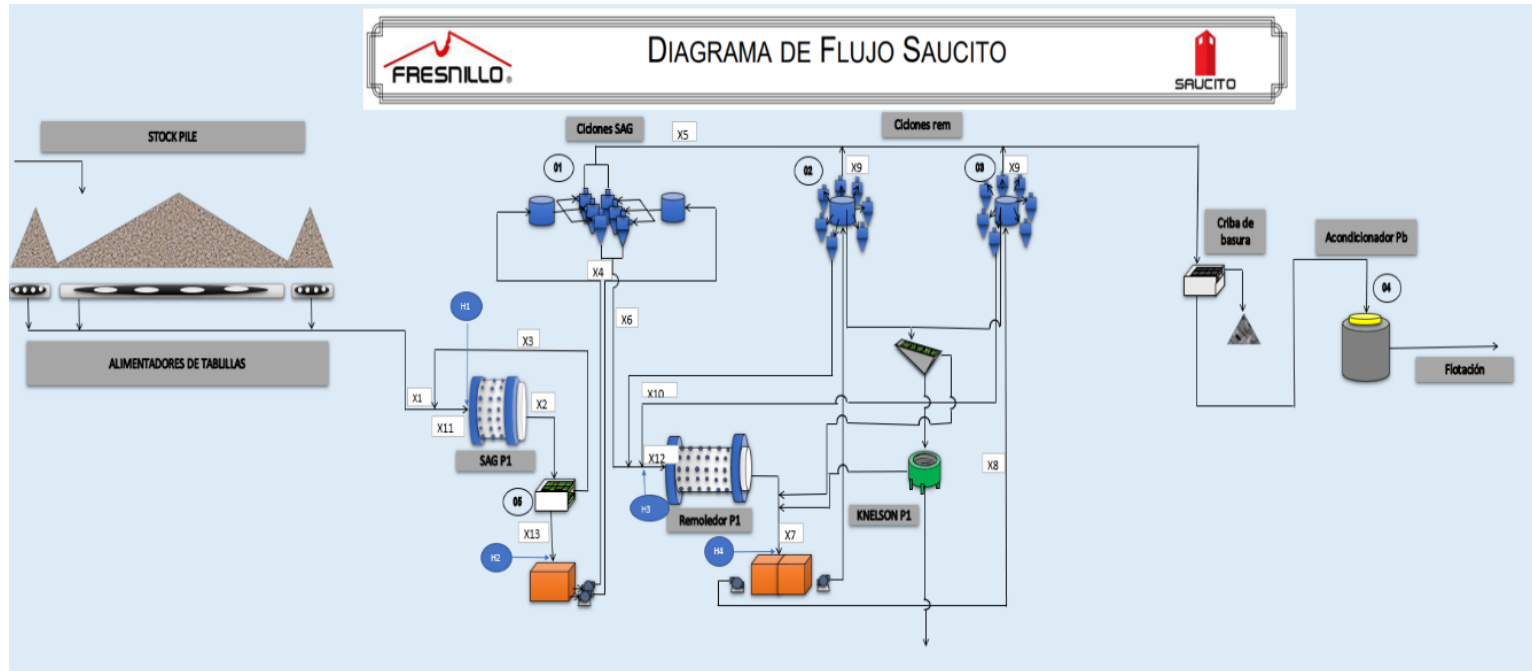
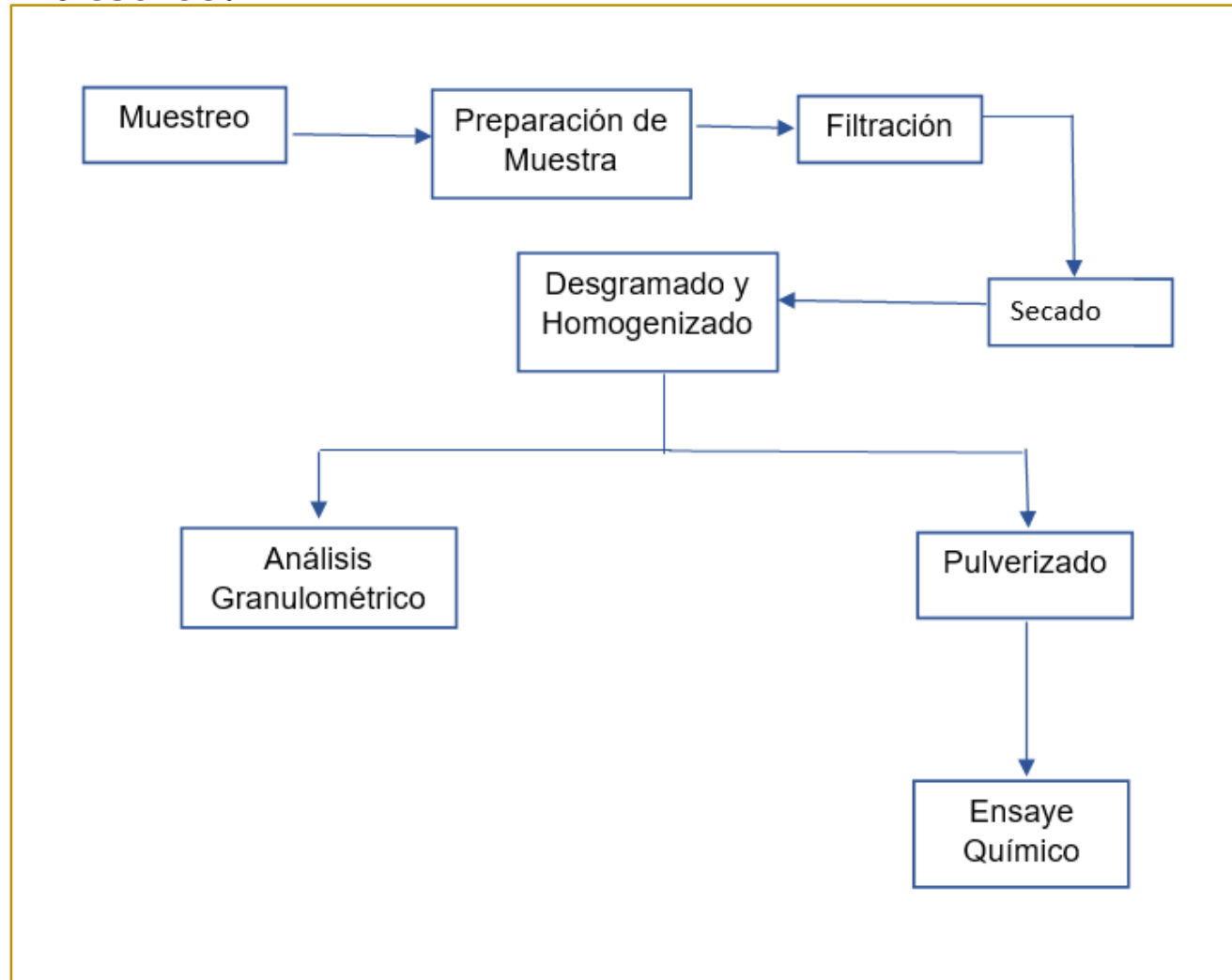
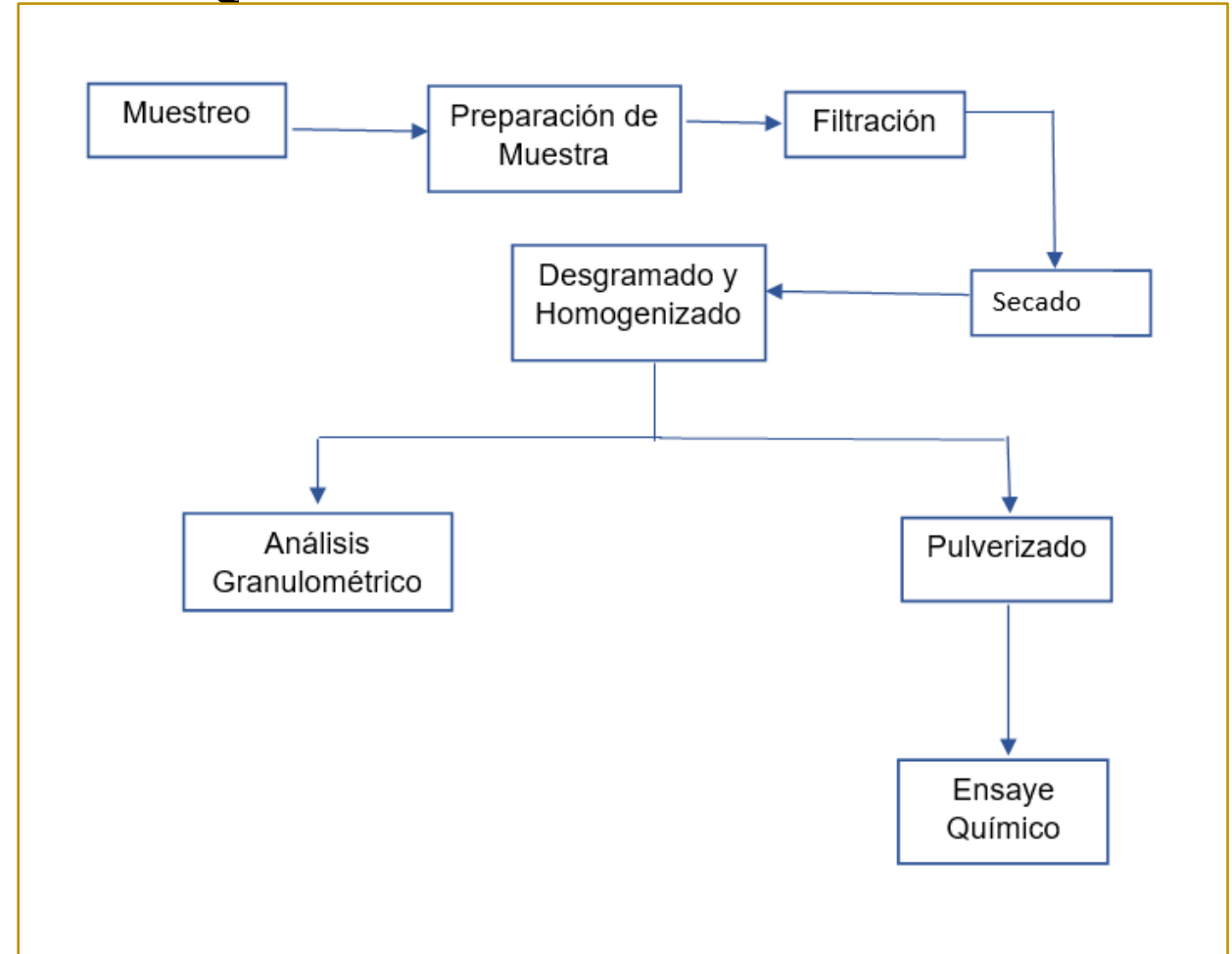
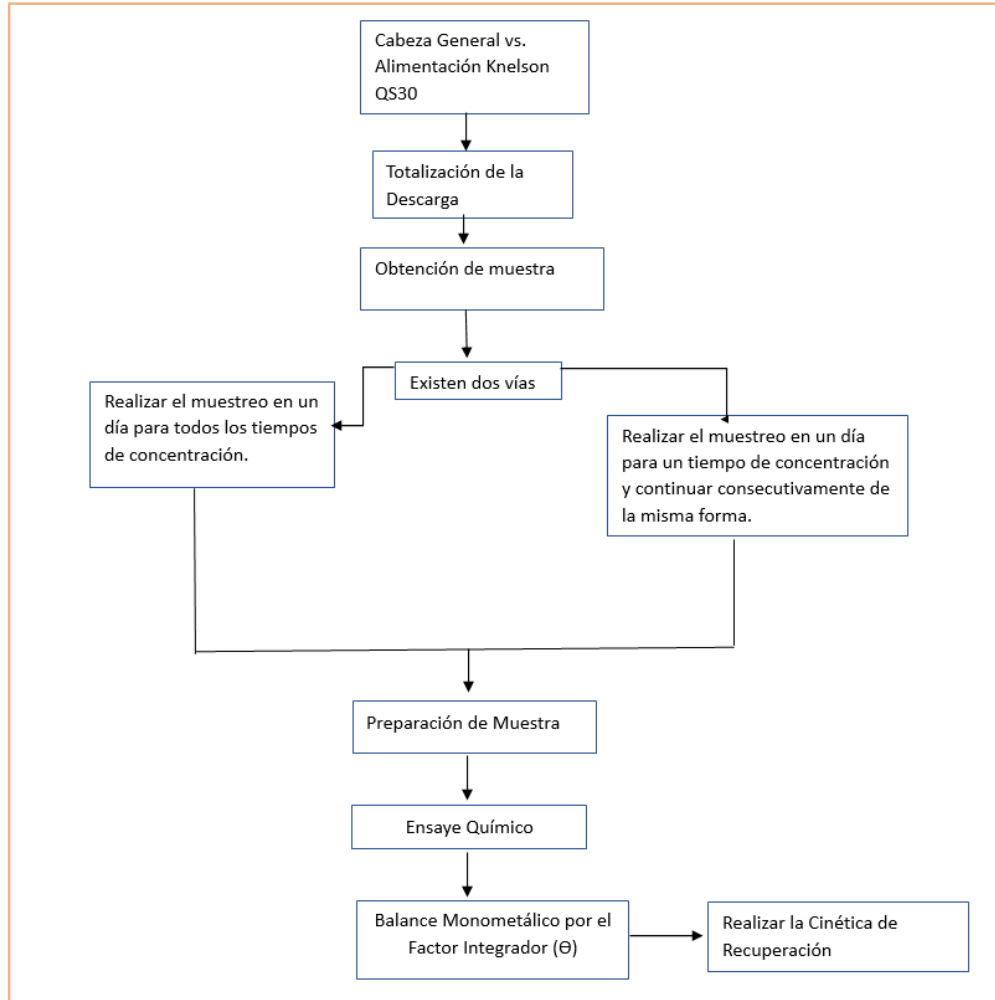


Diagrama de flujo circuito molienda, planta I minera Saucito Fresnillo PLC.

Metodología empleada para la preparación de muestra del circuito molienda obtenida del muestreo.



Metodología empleada para la optimización del Concentrador Gravimétrico Knelson QS30.



Metodología empleada para la optimización del Concentrador Gravimétrico Knelson QS30.

1º Totalización de la Descarga

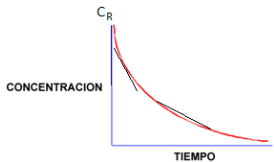


2º Colocar Flujómetro



3º Muestreo

7º Cinética de Recuperación



6º Balance monometálico con dos metales base, Factor de Integración (Θ)



4º Preparación de Muestra

5º Ensayo Químico



Método del Factor Integrado.

- Balance Global

- Balance por metal
$$\theta = \frac{C}{A} \quad [1]$$

$$A = B + C \quad [2]$$

$$a_1 = b_1(1 - \theta) + C_1\theta; 0 = b_1(1 - \theta) + c_1\theta - a_1 \dots 2 \quad [3]$$

$$a_2 = b_2(1 - \theta) + C_2\theta; 0 = b_2(1 - \theta) + c_2\theta - a_2 \dots 3 \quad [4]$$

- Ecuaciones para resolver el balance de materia

- Sumatoria de errores.

$$E = \frac{\sum \left(\frac{a_{Ical} - a_{Iexp}}{a_{Iexp}} \right)^2}{SD} \quad [5]$$

Utilizando este método y con base en los resultados de las pruebas obtenidas en cada muestreo, se calcularon los contenidos de manera que conciliaran las restricciones del método numérico utilizado, es decir:

- Contenido de Oro (Au) en la entrada = Contenido de Oro (Au) en la salida.
- Contenido de Plata (Ag) en la entrada = Contenido de Plata (Ag) en la salida. $\Sigma \text{Error} = 0$

Datos		
57 B	Fuera	
Ton prom alim a molienda	170.2	ton/hr
G.E.	2.8	ton/m3
Densidad de la pulpa	1.3	ton/m3

Balance Global

$$A=B+C; A-B-C=0 \dots 1$$

Balance por metal

$$a_1 = b_1(1 - \Theta) + c_1\Theta; 0 = b_1(1 - \Theta) + c_1\Theta - a_1 \dots 2$$

$$a_2 = b_2(1 - \Theta) + c_2\Theta; 0 = b_2(1 - \Theta) + c_2\Theta - a_2 \dots 3$$

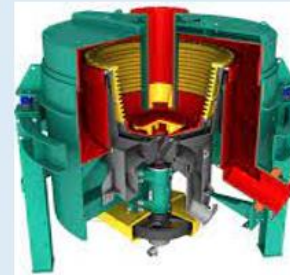
Sumatoria de errores

$$E = \frac{\sum \left(\frac{a_{1cal} - a_{1exp}}{a_{1exp}} \right)^2}{SD} \dots 4$$

Integrador

Q

0.005782



A
a
a'
Au
Ag

Exp	Calc	SD	
16.55	16.55		Ton/hr
35.3158	-	-	%
1.831594	-	-	
12.38	12.35	1	g/ton
330	306	0.1	g/ton

C
Au
Ag

Exp	Calc	SD	
	0.096	-	Ton/ciclo
729.25	736.2493	10	g/ton
1148	1149.659	0.1	g/ton

B
Au
Ag

Exp	Calc	SD	
	16.45	-	
8.12	8.134924	1	g/ton
284	301.4623	0.1	g/ton

Resultados

Resumen de parámetros obtenidos en el muestreo de circuito molienda.

No.	Punto de muestreo	%Sólidos	K ₈₀ (μm)	Tph
1	Banda Principal	95.55	19260	172.4
2	Descarga Molino SAG	75.85	1702	190.2
3	Banda Cangilones	97.84	15149	17.8
4	Alimentación Ciclon SAG	57.83	823	172.4
5	Finos Ciclón SAG	25.84	49	27
6	Gruesos Ciclón SAG	75.36	1483	145.1
7	Descarga molino Remolador	74.16	1951	470.5
8	Alimentación ciclones Remolador	56.34	559	470.5
9	Finos Ciclón Remolador	36.76	54	145
10	Gruesos Ciclón Remolador	73.89	1211	325.4
11	Cabeza de Flotación	31.48	52	172

	M. SAG	M. Remolador
%Carga Circulante	10.3%	224.3%

- La carga circulante de pebbles y gruesos del ciclón molino bolas fue 10.3% y 224.3% respectivamente.
- El % en peso obtenido en finos ciclón SAG fue 15.7%.
- Un aspecto importante a resaltar es que en este muestreo, la carga de la banda principal mostro un K₈₀ bajo.

Resumen de Parámetros Muestreo Planta 1 Saucito

Parámetros obtenidos del muestreo realizado el 8 de Febrero del 2023 circuito molienda				
Parámetro	Referencia	Valor	Unidad	Comentarios
Eficiencia criba SAG	95	99.9	%	Buena eficiencia de clasificación
Eficiencia molino SAG		82	%	
Eficiencia finos cyc SAG	70	56	%	Baja eficiencia de clasificación
Eficiencia gruesos cyc SAG	95	96	%	Buena eficiencia de clasificación
Eficiencia molino bolas		53 / 54	%	
Eficiencia finos cyc MB	70	68	%	Buena eficiencia de clasificación
Eficiencia gruesos cyc MB	95	85	%	Baja eficiencia de clasificación

- El % de uso de potencia instalada tanto en molino SAG como de bolas, nos indica que se están utilizando casi a su capacidad instalada.

- La eficiencia de molienda en molino SAG es muy aceptable a un tamaño 3364. En molino de bolas es más eficiente entre 400 y 600 micrones.
- La eficiencia de finos y gruesos en ciclón SAG y fue baja y buena respectivamente de manera contraria a los ciclones del remolador.

Parámetro	valor	unidad
Potencia instalada SAG	1344	Kw
Potencia medida SAG	1335	Kw
% utilización	99.3	%
Potencia instalada MB	2880	Kw
Potencia medida MB	2710	Kw
% utilización	94.1	%

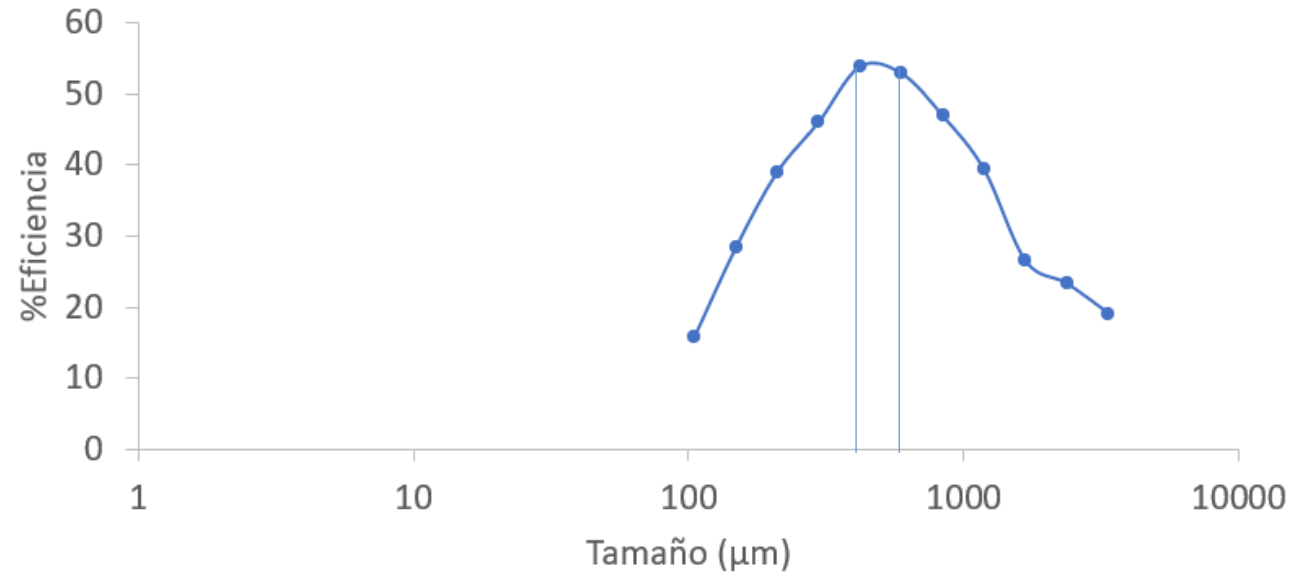
Eficiencia de molienda

MOLINO SAG

- En el molino SAG, se determina una eficiencia máxima del 80%, donde se lograría un tamaño de malla de alrededor de 3364 micras.

MOLINO MB

Distribución de eficiencia en función de la fracción



- En el molino de bolas alcanza una eficiencia máxima del 54% encontrándose en el rango de malla 420 micras.

Balance Criba sag

Eficiencia de la criba del molino SAG

Muestreo 8 de Febrero del 2023, Planta 1 Saucito

Tamaño de apertura del modulo de la criba 1/4 plg

Alimentación a criba SAG

A	190.2 Tph
% a +1/4"	11.6 %
	168.1 Tph -1/4 "



Gruesos de la Criba SAG (Pebbles)

G	17.8 Tph
% g +1/4"	99.0 %
	0.18645803 Tph -1/4"

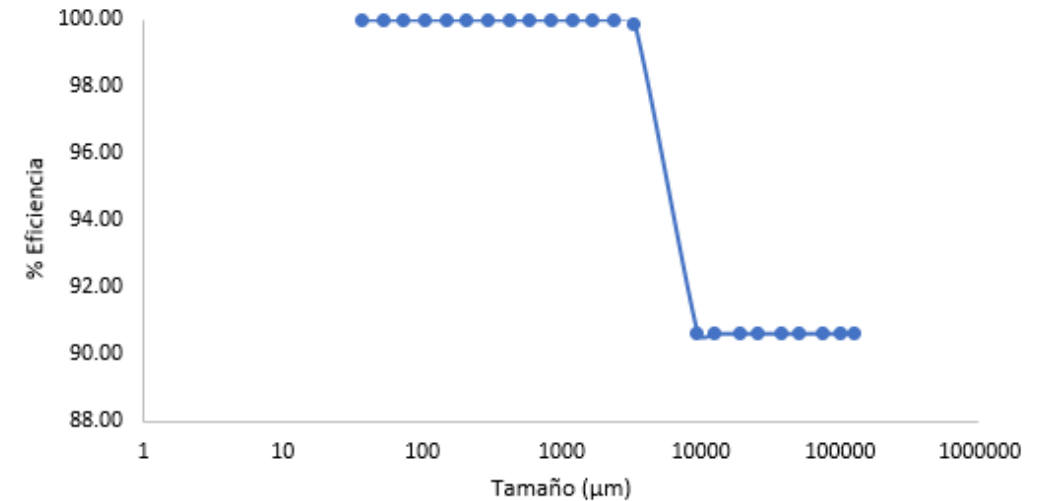


Finos de la Criba SAG

F	172.4 Tph
% f +1/4"	2.6 %
	167.9 Tph -1/4"

% Eficiencia malla -8	99.9
% Eficiencia Global	79.7

Eficiencia criba SAG Planta Saucito 1

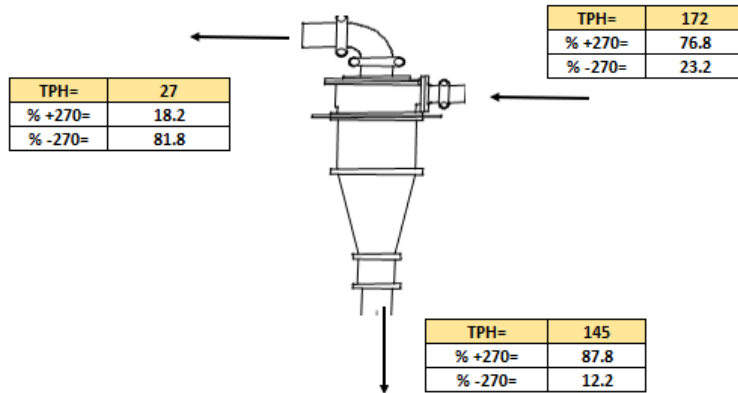


- La Eficiencia en el tamaño de corte de 1/4" hace que sea una separación óptima, como referencia un valor típico es alrededor de 95% en húmedo.

Balance ciclones

MUESTREO 8 DE FEBRERO DEL 2023 PLANTA 1

CICLÓN
SAG



% Carga Circulante 532

Eficiencia de clasificación de los finos a 53µm	
56	Baja eficiencia de clasificación

*Nota: Debe de estar alrededor de 70%

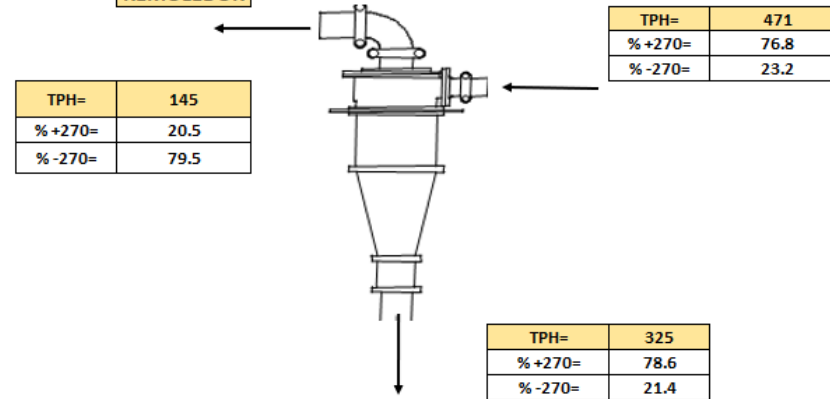
Eficiencia de clasificación de los gruesos a 53µm	
96	Buena eficiencia en gruesos

*Nota: debe de estar alrededor de 95%

% Recup. De solidos 84.18

MUESTREO 8 DE FEBRERO DEL 2023 PLANTA 1

CICLÓN
REMOLEDOR



% Carga Circulante 224

Eficiencia de clasificación de los finos a 53µm	
68	Buena eficiencia de clasificación

*Nota: Debe de estar alrededor de 70%

Eficiencia de clasificación de los gruesos a 53µm	
85	Baja eficiencia de clasificación

*Nota: debe de estar alrededor de 95%

% Recup. De solidos 69.16

Balance Criba knelson QS30

Datos		
Q	324.8	l/min
G.E.	2.8	Ton/m ³
%Sol	57.8	%
δpulpa	1.59	Ton/m ³
TPH Pulpa	31.0	Ton/hr
TPH solidos	17.9	Ton/hr

Eficiencia de la criba del Knelson QS30

Alimentación a criba Knelson		
A	17.9	Ton/hr
% Gruesos a	9.6	%
	16.2	Tph -2mm

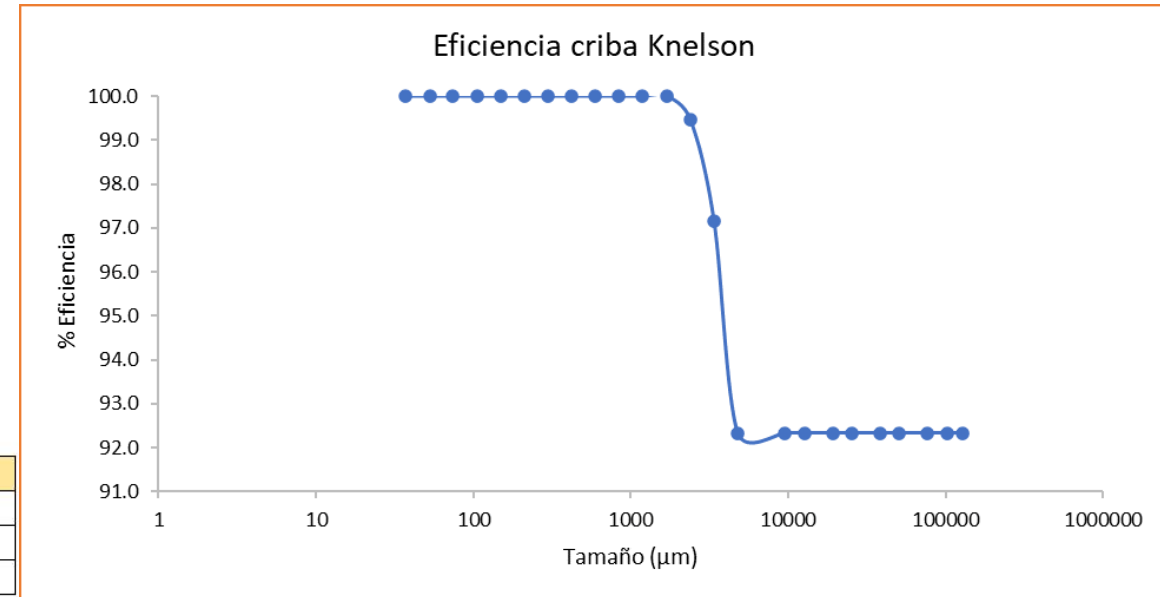
Tamaño del modulo es de 2 mm

Gruesos de la Criba del Knelson		
G	1.4	Ton/m ³
g	93.7	%
	0.08678767	Tph -2mm

% Eficiencia malla -8	99.5
% Eficiencia Global	74.1



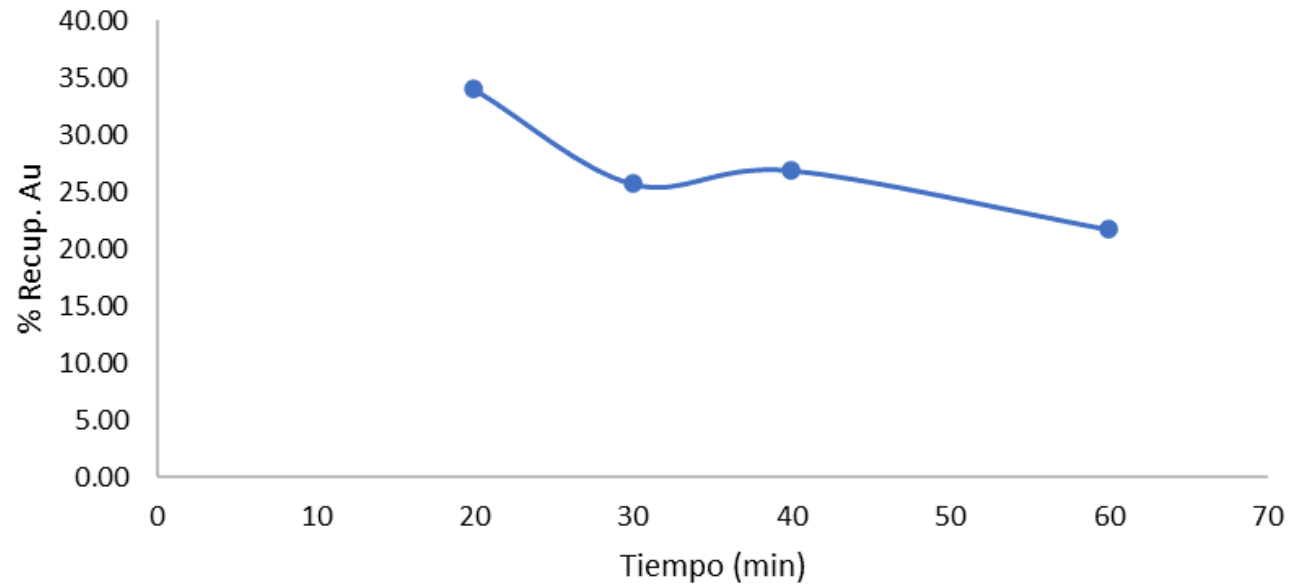
Finos de la Criba del Knelson		
F	16.6	Ton/m ³
f	2.7	%
	16.1	Tph -2mm



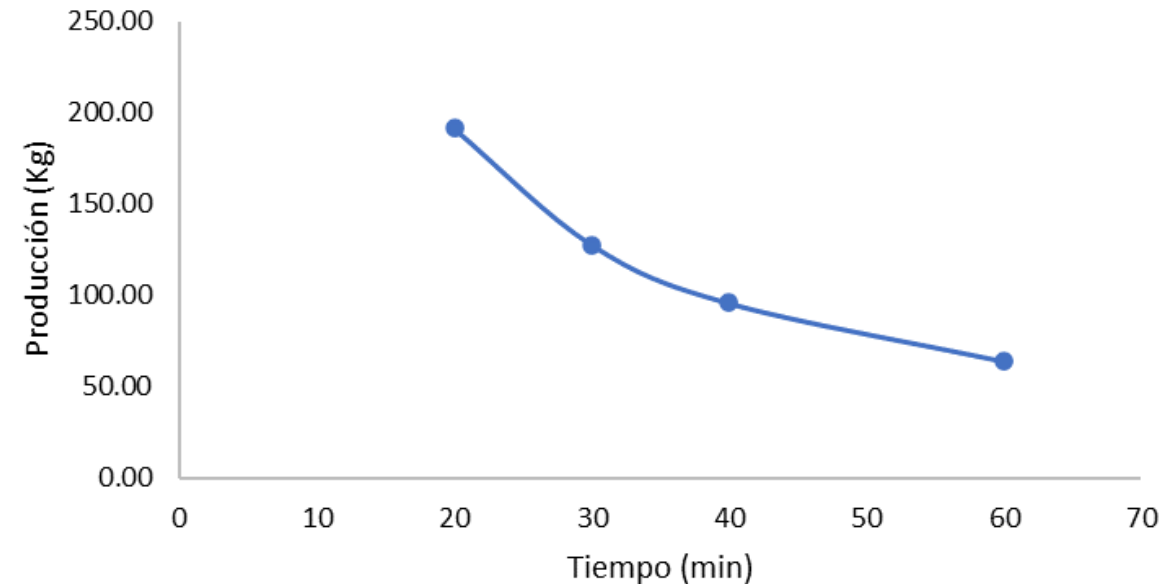
- La Eficiencia en el tamaño de corte de -2 mm hace que sea una separación óptima, como referencia un valor típico es alrededor de 95% en húmedo.

CINETICA DE RECUPERACIÓN KNELSON QS30

Cinética de Recuperación.



Producción por Tiempo de Concentración.



Tiempo (min)	% Recuperación Au
20	34.49
30	26.08
40	29.37
60	20.98

Peso (Kg)	
Peso Seco Neto	31.9

Tiempo base 2 hrs		Base de ensaye
Tiempo	# Ciclos	Producción kg
20	6	191.40
30	4	127.60
40	3	95.70
60	2	63.80

Conclusiones y Recomendaciones.

- Se encontró que el tiempo de concentración de 20 minutos es donde se obtiene el mayor porcentaje de recuperación en oro (Au) y contenidos.
- La evaluación de la molienda previa a la investigación fue un factor determinante para la optimización del Knelson QS30.
- Con la evaluación de la molienda se determinaron las eficiencias y recuperaciones en las clasificaciones de ciclones, las cuales son datos de referencia importantes para consulta en cualquier investigación posterior.
- De acuerdo a la curva cinética de recuperación obtenida, es recomendable utilizar ciclos con un tiempo de 20 minutos de concentración en el concentrador gravimétrico Knelson QS30, debido a los resultados arrojados en la investigación es el tiempo más óptimo donde se obtiene mayores cantidades en % de recuperación de oro (Au) así como también en contenidos, los cuales también son de suma importancia.



Referencias.

- Arias, M. P. D. (2024) Determinación del tiempo óptimo de operación y simulación del caudal de fluidización del Concentrador Centrífugo Knelson. Tesis. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. Consultada: 10/06/2024.
- https://scholar.google.es/scholar?as_ylo=2024&q=concentrador+gravim%C3%A9trico&hl=es&as_sdt=0,5
- Coyago, O. J. M. y Piña, M. L. A. (2021) Propuesta para la concentración de oro aluvial que combine métodos gravimétricos y de lixiviación en la concesión minera La Misionera, Gualaquiza – Morona Santiago. Tesis. Universidad del Azuay Facultad de Ciencia y Tecnología Escuela de Ingeniería en Minas. Cuenca Ecuador. Consultada 30/05/2024.
- Cuadros, V. V. M., Moris L. K. L. (2023) Caracterización del mineral aurífero para la evaluación de técnicas de recuperación de oro del proyecto Minero-Metalúrgico Ocongate – Quispicanchis Cusco. Tesis. Universidad Nacional del Centro de Peru. Consultada: 27/06/2024 <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/10659>
- Chamba, C. J. D. (2022) Aplicación del método concentración gravimétrica centrífuga con Knelson en relaveras para la recuperación de oro en material de granulometría fina en la concesión minera “San Carlos”. Tesis. Universidad Técnica Particular de Loja La Universidad Católica de Loja. Ecuador. Consultada: 2/05/2024
- <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/29557>
- Iñiguez, L. J. L. (2019) Pruebas comparativas de flotación, cianuración y concentración gravimétrica centrífuga en la recuperación de oro de material del Proyecto Sangola, Parroquia Chito-Zamora Chinchipe. Tesis. Universidad Técnica Particular de Loja La Universidad Católica de Loja. Ecuador. Consultada: 15/05/2024.
- https://www.academia.edu/43581938/TFT_terminado_Jorge_I%C3%B1iguez
- Varela, Z. O. R. (2022) Estudio de concentración gravimétrica de sedimentos aluviales del Río Nambija mediante concentrador Knelson Concentración Gravimétrica de aluviales. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. Consultada: 25/06/2024.
- <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23371>
- Waganoff, N. P. (1956) Trituración-Molienda y Separación de Minerales. Editorial Alsina. Argentina.
- Zegarra, C. F., Verdeja, L.F., Álvarez, R., Fernández, G. D. (2024) Statistical Evaluation of the classification-milling loop of the carbon in pulp plant of Antapite of the Company Sierra Sun Group (Peru) using regression analysis and ANOVA. *Boletín Geológico y Minero*. Vol. 135 No. 1 (2024). DOI: <https://doi.org/10.21701/bolgeomin/135.1/002>



ECORFAN®

© Ecorfan-Mexico, S.C.

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. BCIERMMI is part of the media of Ecorfan-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)