



Implemented by
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

BGR Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

COOPERACION REGIONAL PARA LA GESTION SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS MINEROS EN LOS PAISES ANDINOS

“Laboratorio de innovación en la minería en los países andinos”

PREDICCIÓN DE CONSUMO ESPECIFICO DE ENERGIA EN MOLIENDA SAG APLICANDO MACHINE LEARNING

Equipo **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA – PERU**

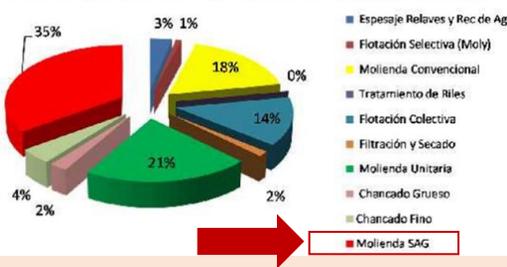
Integrantes: Arlett Villanueva Urtiaga, César Ramírez Tello & Bill Maquin Valladares

INTRODUCCION

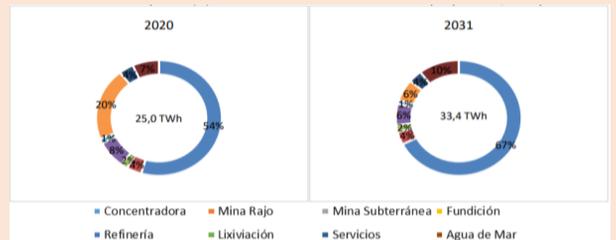
Los molinos semiautógenos (SAG), en general, son casos particularmente interesantes de aplicación, considerando su naturaleza y alta complejidad operacional. La granulometría del mineral alimentado a un molino SAG y las propiedades intrínsecas de las especies minerales, influyen en el consumo energético. El no conocer estas variables antes de que el mineral sea alimentado, no permite modificar controles operativos como velocidad de molino y carga molturante entre otros, para consumir sólo la energía necesaria. El tiempo que transcurre entre la identificación y cuantificación de esas variables, además de la manipulación de los controles se vuelve crucial, porque en ese lapso se produce el consumo innecesario de energía, que, a la larga, incide en un alto consumo unitario de energía.

P
R
O
B
L
E
M
A

Distribución porcentual de los costos estimados por actividad



Consumo eléctrico esperado (%) de la minería del cobre a nivel nacional por procesos, 2020 y 2031

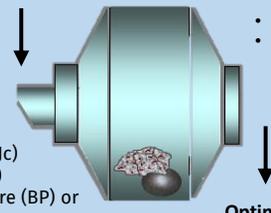


P
R
O
P
U
E
S
T
A



Perturbaciones
Competencia del Mineral (Axb)
Feed Size (F80)

Condiciones Operacionales
• Charge Filling (Jc)
• Balls Filling (Jb)
• Bearing Pressure (BP) or Mill Weight (TM)
• Mill Rotational Speed (RPM)
• % Solids



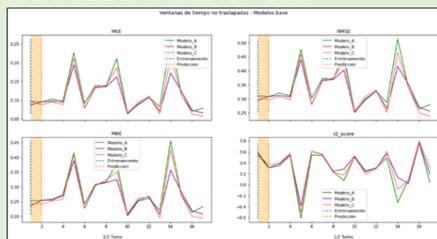
RESPUESTA OPERATIVA

- Fresh Feed rate (TM/h)
- Mill Power (kW)
- Specific Energy (kW-h/TM)

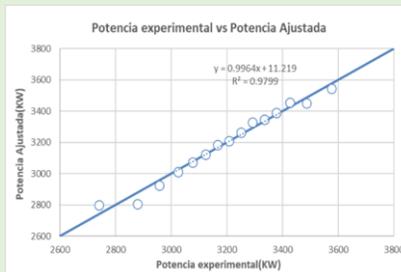
Optimización Metalúrgica

R
E
S
U
L
T
A
D
O
S

El algoritmo presenta un coeficiente de determinación (r^2) de 0.75 para los años 2018 y 2019. Manejar una menor ventana de tiempo de predicción aumenta el rendimiento de los algoritmos por lo que se ha planteado reentrenamientos de medio turno.



Se calibró el modelo de Potencia de Hogg & Fuerstenau (centrándose en el ángulo de elevación del riñón) obteniendo un error del 1.07% y un R^2 de 0.97.



Desarrollo de interfaz & software que se conecte a la base de datos de la empresa minera



Considerando un C.E.E estable de 5 kW/t
Se estima una ganancia de **88,500 US\$/Año**

CO₂

Reducción de
585,000 t
CO₂/Año

Startup **CODEa UNI**