

GEMELOS DIGITALES PARA PLANTAS DE PROCESOS: AUMENTANDO RECUPERACIÓN DE AGUA PARA MAXIMIZAR PRODUCCIÓN DE METALES

INSTRUCTOR: OSVALDO BASCUR

Fecha: Del 28 al 31 de Agosto del 2023

Horario: de 7:00 p.m. a 9:15 p.m.(hora peruana)

CONTENIDO



TEMARIO

La agenda que tenemos preparado para este curso es la siguiente:

1. ¿Cuáles son los secretos que existen en la transformación digital?
2. Los cuatro pasos para maximizar la recuperación de metal en los complejos metalúrgicos.
3. Vamos a ver hoy día también el soporte para la decisión dinámica de las operaciones utilizando Predictive Analytics.
4. Y vamos a compartir un par de ejemplos de algunas compañías que han estado haciendo esto dentro de los últimos cinco años.
5. Para definir finalmente algunas conclusiones con ustedes.

Aprenderemos sobre los siguientes aspectos:

Ítem 1: Secretos de la transformación digital

Hoy día uno de los problemas principales es que tenemos demasiados silos. Hay distintas personas que están haciendo distintas cosas y no estamos organizados en una forma moderna. Hay muchas versiones de la verdad y la gerencia no tiene información adecuada de las operaciones porque los datos no son adecuados. Entonces no confían en ellos, y hay muy poca gente que puede hacer este trabajo, ya que requiere de mucho conocimiento de la planta para poder definir las reglas de negocio que se necesitan para transformar los datos. Hay una gran oportunidad en el rediseño de los procesos de negocio y hay que eliminar algunos silos que son redundantes en la era digital. Por lo tanto, una de las cosas importantes es integrar el complejo metalúrgico y ojalá toda la empresa.

Ítem 2: Desfase entre los objetivos empresariales y las operaciones

Aquí tenemos una gran dicotomía en que la gente que está operando en las plantas está usando estos datos generalmente en hojas de cálculo, con los sistemas que tienen, y no están trabajando ni colaborando como se debiera hacer hoy en día. Hoy se colabora igual como estamos conversando acá, en el web, en el Cloud, y tenemos esta barrera que existe entre la gente de operaciones y la gente que está administrando la planta y también administrando la empresa. Y esta gente quiere tener información y poderla comparar, ejecutar decisiones, muy informados de lo que está pasando y poder ver cómo los ingenieros de mantención, la gente de operaciones, la gente de ingeniería, han sido capaces de transformar estos datos para tomar decisiones y sugerir métodos de mejora.

Ítem 3: Costes drásticos de energía y agua operando @Cu < 0,5%

El problema principal que tenemos hoy día en la minería es que las leyes han bajado y los costos de energía y agua han subido. Ya no existe la cantidad de agua que teníamos antes, son problemas hídricos muy graves y esto fue presentado hace bastante tiempo atrás, cuando estábamos mirando con una visión a largo plazo en Rio de Janeiro. Aquí está una Slide que me regaló Douglas Fuerstenau y la encuentro espectacular porque resume el problema grande que tenemos en la minería chilena.

Ítem 4: ¿Qué se entiende por operación integrada?

Acá el problema principal es la integración de la mina con la planta, porque ¿qué estamos comiendo en el molino? Bueno, estamos comiendo lo que nos tira la mina y aquí hay una gran oportunidad de entender cómo la roca ha ido cambiando, lo que hace la minería mucho más complicada de lo que era hace 20 años atrás. Es por eso, que hoy en día, la transformación digital comienza desde el taladro.

Ítem 5: Molienda Flotación Recuperación

Por lo tanto, uno de los problemas principales que se ve también es que mucha gente no entiende que las celdas de flotación están hechas solamente para levantar partículas que están entre 10 micrones como mínimo hasta 170 micrones. Así es como funcionan la mayoría de las celdas de flotación hoy día porque tienen burbujas que son de alrededor de 1 milímetro. Entonces solamente pueden capturar las partículas que están liberadas dentro de este rango. Esto viene de hace mucho tiempo atrás, fue hecho con los resultados del profesor Lynch en Australia y yo los he usado siempre porque si ustedes han leído algunos de mis trabajos siempre estoy con esta misma idea. Si estamos moliendo muy grueso, estamos perdiendo liberación y por supuesto las partículas se van a las colas.

Por el otro lado, esta distribución de tamaño, no el P80, sino que la distribución de tamaño es lo que hay que barajar, lo que hay que mover para que sea consistente el producto que entrega la molienda, para que pueda ser capturado por las burbujas en la flotación. Y al mismo tiempo para que esto sea estable necesitamos que la planta esté trabajando en forma consistente en un estado azul (gráfico). Esto significa que está trabajando bien. Cuando hay una restricción se transforma en un estado naranja (gráfico). Y estos estados naranjas son las restricciones que existen en cada una de las áreas y hay que ver que todo esté funcionando en un sistema coordinado como una sinfonía.

Ítem 6: El viaje de la transformación digital

Acá se muestra específicamente que con los datos que tenemos, no podemos tomar decisiones porque hay que transformarlos, hay que agregarlos de acuerdo con la funcionalidad que van a prestar. Por lo tanto, hay varias variaciones que se deben hacer, pero para esto necesitamos un nuevo ambiente que nos permita usar análisis avanzados. Y este análisis avanzado lo van haciendo las personas que entienden la planta, que saben lo que está pasando, para ir poniendo alertas, alarmas, variaciones que se puedan ir transformando en Insights, en información.

Ítem 7: Seeq en la nube

Acá podemos tener estos datos en distintos historiadores. Podemos subirlos a la nube, como sugerencia. Y necesitamos una herramienta que nos permita limpiar, clasificar los datos, además compartir esto con los cargos de toma de decisiones y que estos puedan estar colaborando con la gente en la planta, si así desean, para ir viendo qué cosas se asumieron en cada unidad, cual fue la meta data para tener estos datos que nos da una visión de la planta entera, de cómo está trabajando, y cuáles son los problemas que tenemos que ir viendo para el mejoramiento continuo.

Esta misma información se puede reutilizar para definir modelos en forma mucho más detallada, que son mucho más refinados y así introducir un mejoramiento continuo en la decisión y en la creación de estos modelos predictivos.

Ítem 8: 4 Pasos hacia el éxito

La primera etapa, que la vamos a ver acá (figura), es ordenar la casa. La segunda es establecer las pérdidas y agregar los datos de tal manera que podamos tomar decisiones con información. Luego, se puede hacer el modelaje y finalmente se implementa. Todo este ciclo siempre está iterando para maximizar la recuperación de cobre en este caso, si estamos hablando de cobre, o hierro, o zinc o cualquier metal de interés. Y por supuesto reducir o adelantarse a no tener torpezas de violar restricciones operacionales que, por supuesto, cuestan bastante dinero.

Ítem 9: Diagrama de flujo del proceso para el modelo de concentrador

Y esta es la primera actividad que vamos a ver en detalle, en que hacemos un modelo de flujo de la planta completa. Acá en el chancado crearemos la distribución de tamaño que pasa al Stock Pile y aquí homogenizamos para que el Sag Mill nos pueda dar en la molienda, con su sistema de ciclones, una distribución de tamaño adecuado para la flotación y así obtener la mayor cantidad de cobre posible. Después lo limpiamos por supuesto, esta etapa ustedes la conocen muy bien, y disminuir las cantidades de cobre en las colas. Así también, a veces, se producen restricciones en el espesaje y tenemos problemas con el tratamiento de las colas. Eso ocurre muchas cuando tenemos problemas en la mina, cuando tenemos contaminantes que hacen que la floculación no trabaje bien.

Y, sobre todo, yo siempre veo que la flotación está sufriendo o tenemos un problema de recuperación, pero eso tiene que ver con lo que viene de la mina y como se ha hecho el trabajo de “masticar” el mineral para que no tengamos indigestión.

Ítem 10: La planta digital sigue la estrategia del dinero

Tenemos herramientas que nos permiten visualizar todos los estados que están o no contribuyendo a la ganancia para luego hacer un Pareto por cada unidad para que nos indique qué es lo que está pasando. Y a su vez, nos permiten agregarle información adecuadamente para la toma de decisiones informadas. Pasamos de datos a información, estas barritas (gráfico) son los promedios, las variaciones estándar, los mínimos, los máximos, todas estas variables derivadas del tiempo. Esto está en mi libro, lo pueden estudiar, lo pueden leer. Todo esto viene en los historiadores pero muy poca gente se da el trabajo de hacer esa labor.

Ítem 11: Acceso a la gestión minera a través de la nube

Y aquí, lo más importante es esto que se llama el organizador de la información, datos y know how. Aquí se documenta todo lo que está pasando y se van haciendo estos informes. Se los puedo mostrar en tiempo real cuando ustedes quieran. Cómo no tenemos mucho tiempo voy a continuar.

Ítem 12: Pérdidas ocultas en la mina por variaciones del mineral

Aquí podemos ver que tenemos la planta modelada entera, con cada una de estas unidades, y podemos ver la contribución que tiene cada una de ellas en el aumento en la producción. Cuando tenemos problemas, en los naranjos (de los gráficos) podemos ver las pérdidas de energía e hídricas que existen. Estas últimas influyen mucho en la geo-reología, de la cual depende la fluidez en el molino, en el ciclón, en la molienda, en la flotación, en el espesaje, que dependen de estas impurezas que están en el mineral. Estas hay que caracterizarlas, en una nueva ciencia que estamos desarrollando.

Ítem 13: 4 pasos hacia el éxito

Y aquí tenemos después, una vez que entendemos lo anterior, podemos modelar.

Ítem 14: Colaborar en toda la organización

Y podemos modelar con herramientas adecuadas que toman los datos del historiador. Los podemos limpiar, caracterizar, y así tenemos información para realizar informes en forma inmediata y en tiempo real, a las personas que quieran visualizar y tomar decisiones. Así mismo, esta información que se genera se puede reprocesar con modelos mucho más avanzados que nos pueden dar mayores detalles de cómo incluir e interpretar otro tipo de parámetros.

Ítem 15: Instituto Kroll de Metalurgia Extractiva

Aquí se puede ver por ejemplo (gráfico) que la distribución de tamaño que sale de un ciclón tiene un P80, pero este P80 se está balanceando, y esta variabilidad que existe la capturamos hoy en día en tiempo real y nos permite estimar la viscosidad que tenemos en el circuito molienda y también en la flotación. Este es uno de los problemas más sensibles que ocurren al tener impurezas, que antes no ocurrían porque estábamos sacando la parte de arriba del “queque”, pero ahora como estamos extrayendo de más abajo, hay muchas variaciones que se están midiendo, pero la gente no sabe usarlas porque se necesitan otras tecnologías para poder visualizar qué nos están diciendo estos datos.

Ítem 16: Optimización de la recuperación integrada del cobre

Es así como es posible ir viendo las distribuciones de tamaño que están entrando a la molienda y las que están saliendo de la molienda. Aquí tenemos un simulador que muestra cómo esto varía y cómo esto influye para ir pudiendo entender con los datos operacionales como maximizar la recuperación en la parte de Rougher y después limpiamos por supuesto, siempre con nuevas ideas que se van incluyendo en esta nueva manera de operar estas plantas.

Ítem 17: Modelo predictivo de recuperación de metales a partir de materias primas

Aquí se muestra un ejemplo en que tenemos la recuperación y todas las variables que van asociadas con lo que podemos hacer diversos tipos de modelos que nos van entregando predicciones y nos van diciendo cuál es el efecto de la variable agua por ejemplo, cuál es el efecto de la distribución de tamaño, cuál es el efecto del Air Hold Up, cuál es el efecto de la potencia que tenemos en los perfiles de la flotación, cuál es la cantidad de aire que necesitamos usar, cuál es la cantidad de espumante, cuál es la cantidad de reactivo que estamos usando, todo eso va incluido acá. El primer paso, por supuesto, es en la parte de la molienda, la conminución, porque una vez que ya la hicimos no se puede volver atrás y el producto o se va para el concentrado o se va para las colas. Y aquí es en donde hemos estado desarrollando hace muchos años estos modelos dinámicos, y estos son los que ahora se utilizan con datos.

Ítem 18: Identificación de procesos de planta para su optimización

Aquí tenemos por ejemplo un pantallazo en donde se toma esta información y se puede entender la variabilidad y el efecto que tienen cada una de todas las variables en la flotación completa, en la recuperación del metal que estamos tratando de maximizar su extracción.

Ítem 19: Evitar que los activos se frenen

Aquí tenemos otro caso en que se pueden ver todas las cosas que están corriendo.

Ítem 20: Los retos de los datos en una organización mundial

Aquí se pueden tomar decisiones, se está usando Data Science, se está usando la digitalización de las plantas, se está trabajando en el Cloud, y la gente de la planta trabaja con el apoyo de la información obtenida con el uso de estas nuevas tecnologías. Esto se ha hecho desde hace varios años en Chile con Endesa, Enel y ha resultado un éxito rotundo. También se ha hecho en Sudáfrica, en Anglo American, y ahora les voy a mostrar uno que tiene ver con ArcelorMittal en Canadá, también hay otros lugares en Canadá donde realmente se está trabajando de esta manera y hace bastante tiempo. Tenemos por ejemplo esta planta de la compañía Lonza, que está en Alemania y está trabajando y apoyando a diversas plantas, no a nivel local sino a un nivel totalmente internacional.

Ítem 21: 4 Pasos hacia el éxito

Es así como ahora podemos pasar a algunos resultados.

Ítem 22: AcelorMittal - Vídeos de presentación

Aquí tenemos a Michele Plourde, que es el jefe del grupo de ArcelorMittal, que está siendo el director del sistema minero, que parte desde el Drill, el Blasting, el Loading, los Camiones, el Chancado, el Beneficio de Minerales, el Transporte en trenes, la Planta de Pellets, el movimiento de materiales que ocurren acá con los Stakers. Todos estos equipos están trabajando y son observados en su conjunto por un sistema como un paraguas, que está viendo cómo estamos trabajando, nos está protegiendo al tener una visión completa desde la materia prima hasta la entrega de productos.

Ellos han logrado aumentar la capacidad y ahorrar.

Ítem 23: Logística de equipos pesados

Aquí tengo otra Slide en que se muestran un par de resultados. Ustedes pueden ver los datos con detalle con ingresos adicionales por 120 millones de dólares. Es increíble cómo ellos han podido transformar su manera de pensar, su manera de ejecutar esta transformación digital, y avanzando con estas nuevas tecnologías que se han ido adaptando.

Ítem 24: Minería integrada y tratamiento de minerales (futuro)

Aquí tenemos lo que se está haciendo. Se están tomando las distribuciones de tamaño y se va viendo, al analizarlas, la variabilidad de estas distribuciones de tamaño, no del P80, sino la variabilidad en la distribución de tamaño que está entrando a flotación, el producto del SAG, el producto del Chancado, el producto de la Tronadura y etc.

Ítem 25: Generación de energía Latam

Todas estas plantas que están en toda Latinoamérica tienen este centro, tienen este cerebro, que está aquí como bomberos, siempre listo para ir arreglando cosas que se van detectando en tiempo real.

RESUMEN

Para finalizar, el rol de la data es super importante, pero necesitamos herramientas para entenderla.

Al igual como ustedes están escuchando algo porque lo están filtrando, lo están analizando y están tomando palabras que pasan a ser frases, los datos que tenemos en la planta debemos limpiarlos del ruido, hay que agregarle contexto, y para eso se necesitan nuevas herramientas. Hay que integrar estos datos que son dispersos y hay que unificarlos con los eventos que están ocurriendo en la planta para entender y modelar lo que está sucediendo. Hay que transformar los datos, hay que darles forma a los datos para entender y calcular en detalle, para que los usuarios y los sistemas los puedan usar de una manera muy práctica.

La gente cambia, la manera en cómo trabajamos cambia, los sistemas de negocios cambian. Hay muchas oportunidades que están en la manera en cómo organizamos a nuestra gente, ahora podemos trabajar de forma remota, las tecnologías están ahí, pero hay que adaptarlas a la gente. La gente no va a tomar la tecnología sin más. La gente tiene que adaptarse, y hay que aumentar la visibilidad de lo que no conocemos. Tenemos minas que son mucho más celosas y hay que adaptarse a esta realidad que tenemos, las leyes están mucho más bajas y probablemente habrá que cambiar los procesos que estamos usando. También hay que mejorar la eficiencia. Estoy seguro de que todos ustedes están haciendo muchas de estas cosas, pero hay que mejorar la eficiencia y la productividad. La gente no puede estar gastando tiempo analizando hojas de cálculo, donde nadie sabe lo que está pasando en muchas hojas de cálculo, que no se saben cómo se hicieron. Esto tiene que ser transparente y va de la mano con la sustentabilidad porque podemos ahorrar energía, agua y maximizar la producción de la planta.

INSTRUCTOR



ING. OSVALDO BASCUR

**CONSULTOR OSB DIGITAL
Y CORPORACIÓN SEEQ. EE. UU**

- Trabajo para OSB Digital y también trabajo con Seeq como consultor.
- Acabo de terminar de escribir un libro y está publicado. Aquí puse muchas de mis ideas y conceptos que he trabajado después de 25 años con OSIsoft. Ahora me he dedicado a trabajar para ayudar a la gente, a los ingenieros que están en las plantas, porque me di cuenta que el problema principal es que no están usando su talento con la información y los datos que están disponibles.
- He aconsejado que deben tener una infraestructura de datos y a trabajar con la gente, cambiar los negocios de procesos porque esa es una oportunidad que existe en la transformación digital y, por supuesto, trabajar con el lado izquierdo del cerebro de la planta, que es el sistema de control, pero necesitamos el lado derecho del cerebro para poder entender qué está pasando y usar el tiempo con los datos en el contexto adecuado. De esta forma se puede agregar información en forma clara y concisa a la gente de Management para que la toma de decisiones se pueda hacer de una forma mucho más efectiva y así poder redefinir la planificación de la planta al tener datos confiables.

INVERSIÓN : USD 100

TARIFA VÁLIDA HASTA EL 24 DE JULIO

MODALIDADES DE PAGO

- Transferencias Bancarias (BCP, BBVA, Interbank, Scotiabank)
- Transferencia interbancarias desde el extranjero (+ comisiones bancarias)
- Link de pago con tarjeta (líneas abajo)
- Western Union (solicitar datos)
- Money Gram ((solicitar datos)
- Cash en nuestra oficina (reservar cita)

INVERSIÓN PROFESIONAL POR EMPRESA: USD 100 + IGV (por participante)

TRANSFERENCIA BANCARIA

Cuenta Corriente **dólares:** 193-1872625-1-12

CCI: 00219300187262511219

Cuenta Corriente **Soles:** 193-1872356-0-85

CCI: 00219300187235608512



Titular: International Metallurgical Consultants S.A.C.

INVERSIÓN PROFESIONAL INDEPENDIENTE: USD 100

TRANSFERENCIA BANCARIA

CUENTAS DE AHORROS

BANCO DE CRÉDITO DEL PERÚ:

Dólares:194-30815773-1-41

BBVA:

Dólares: 0011-0171-0200439342

INTERBANK:

Dólares: 898-3194044888

LINK DE PAGO CON TARJETA:

<https://pagolink.niubiz.com.pe/pagoseguro/INTERMET/1134820>

CONTACT US:

EMAIL:

luciana.riva@intermetperu.com
estrella.tapia@intermetperu.com

PHONE

+ 51 981 265 821
+ 51 960 995 971
(01) 489 3145