

# **INFORME LAZO DE CONTROL AUTOMÁTICO**

## Índice

1. Introducción.....	3
2. Lazo de Control: Características y Funcionamiento .....	3
3. Registros de presión .....	7
4. Conclusiones .....	7

## 1. Introducción

Con fecha 06 de septiembre de 2019, la Compañía efectuó la implementación de un Lazo de Control Automático, programado para cortar automáticamente la carga de los molinos, cada vez que el sistema de clasificación (hidrociclones) experimentara una sobrecarga por alta presión. De este modo, el sistema instalado actuará automáticamente ante una condición de sobrecarga, a través de la detención del motor de la correa transportadora de alimentación de carga al molino.

Al respecto, HMC Gold contrató los servicios de una empresa técnica especializada en la programación de controladores lógicos (COLSAN) para enclavar, en lógica de PLC (PLC; Programmable Logic Controller), la presión de operación de los hidrociclones con la detención de las correas de alimentación a los molinos, de manera de evitar sobrecargar el hidrociclón. Ello permite eliminar definitivamente los eventos de “acordonamiento” de hidrociclones y los trastornos derivados de los rebalses de pulpa en el área de flotación.

## 2. Lazo de Control: Características y Funcionamiento

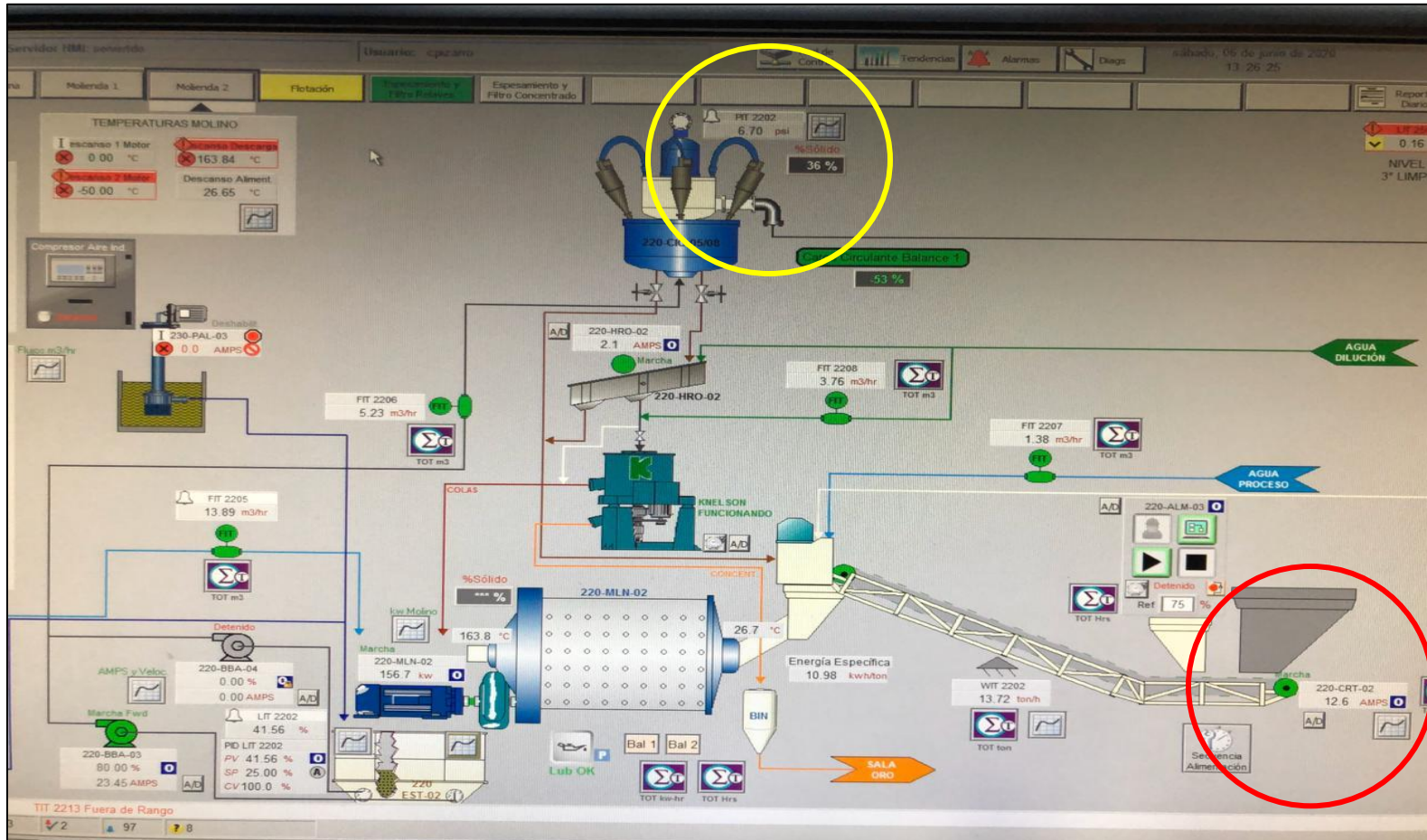
El objetivo del Lazo de Control Automático es comparar la señal de presión (VP; variable de proceso) transmitida por los PIT (Transmisores de Presión), con los valores definidos para los SP (Set Point) de presión “alta” y presión “alta-alta”. En caso de que el valor de la variable VP fuera mayor que el valor SP de presión “alta”, aparecerá en pantalla una “alarma” de advertencia de presión “alta”, en ícono parpadeante y de color amarillo.

De igual modo, si el valor de la variable VP medida fuera mayor que el valor SP de presión “alta-alta”, aparecerá en pantalla una “alarma” de presión “alta-alta”, en ícono parpadeante de color rojo. Al respecto, si transcurridos 10 segundos continúa la alarma de presión “alta-alta”, se accionará automáticamente el Lazo de Control Automático, que detendrá el motor de la correa de alimentación del molino afectado.

Los Set Point (SP) de presión de hidrociclones, definidos para operar satisfactoriamente el sistema de molienda y clasificación, son entre 5 y 8 [psi] para la condición “óptima”, 8 [psi] para la condición “presión alta” (alta o Hi) y 10 [psi] para la condición de operación “Presión muy alta” (alta-alta o Hi-Hi). De este modo, se cumplirá lo siguiente:

- i. Si  $VP > SP = 8$  [psi] se activará la alarma **“presión alta”** con ícono parpadeante en **color amarillo**.
- ii. Si  $VP > SP = 10$  [psi] se activará la alarma **“presión alta- alta”** con ícono parpadeante en **color rojo**.
- iii. Si la alarma de “presión alta- alta” se mantiene durante un tiempo de **10 segundos** (On Delay), se accionará **automáticamente el enclavamiento que detiene el motor de la correa transportadora de alimentación del molino**.

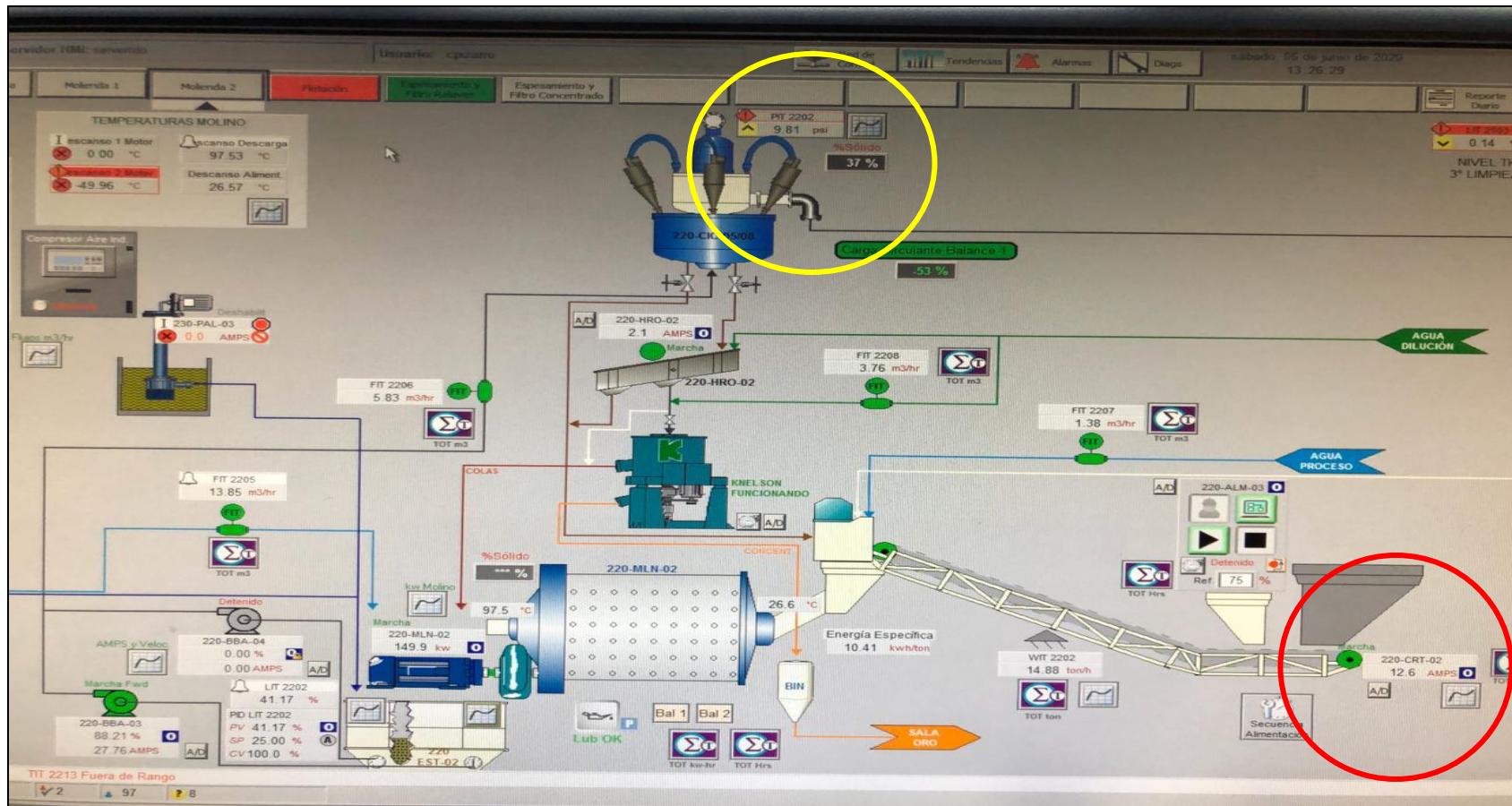
**Figura N°1: Diagrama de Funcionamiento Normal**



**Fuente:** Elaboración Propia

En la Figura N°1, se puede apreciar una operación normal del hidrociclón, desarrollando una presión de alimentación de 6.7 [psi], indicada por el transmisor, en el mismo instante que la correa de alimentación del molino, indica un consumo de corriente de 12.6 [amp].

**Figura N°2:** Diagrama de Funcionamiento y Activación de la Alarma de Presión Alta

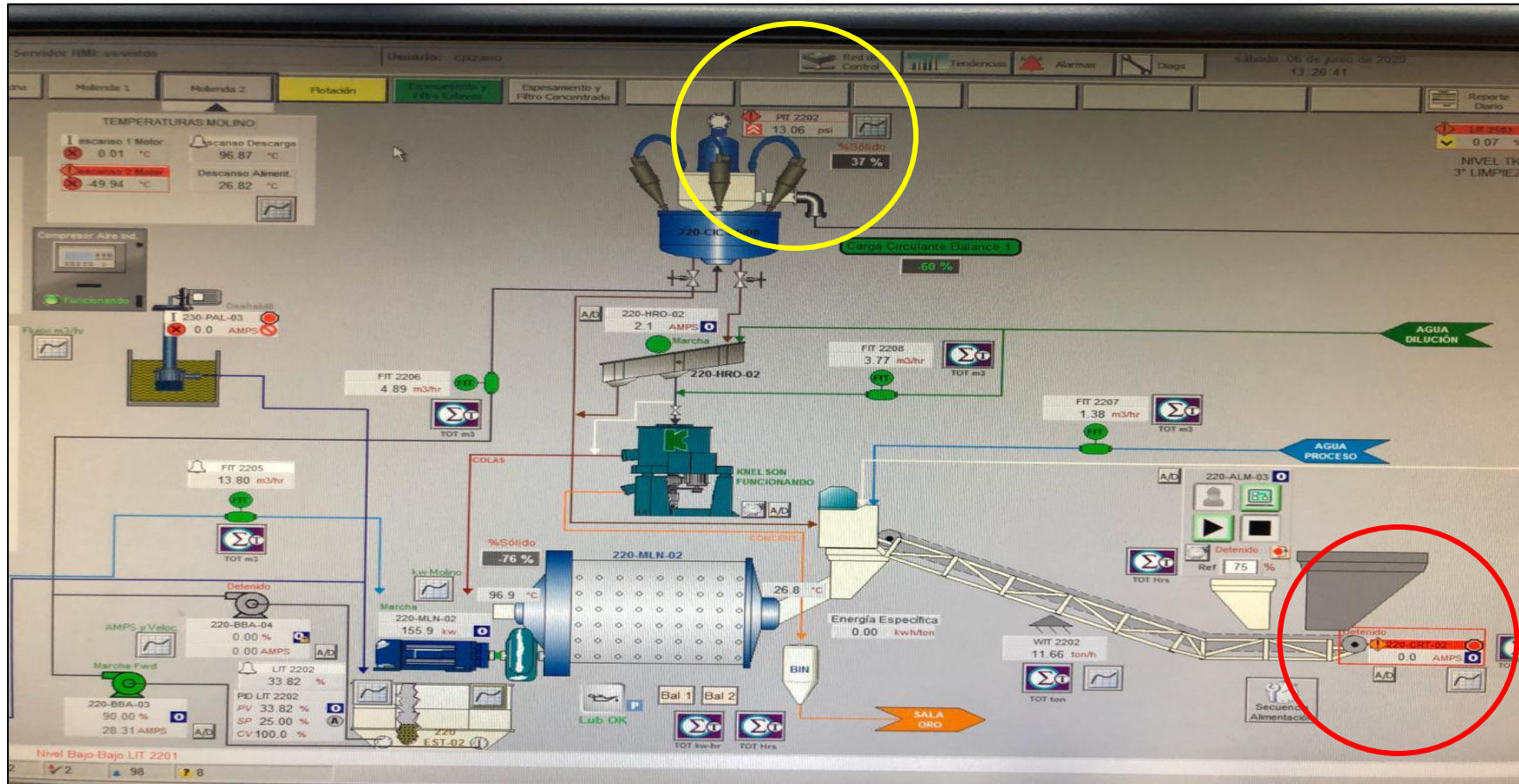


Fuente: Elaboración Propia

En la Figura N°2, es posible observar que, al incrementarse la presión de operación del hidrociclón a 9.81 [psi] por encima del SP de 8 [psi], se activa la alarma “hi”, a través del ícono amarillo parpadeante, que advierte el desarrollo de una “alta” presión en el sistema. En este punto solo se activa la alarma, mientras la correa de alimentación continúa en servicio, indicado por el consumo de corriente de 12.6 [amp].



**Figura N°3:** Diagrama de Funcionamiento y Activación de la Alarma de Presión Alta Alta



Fuente: Elaboración Propia

Según se aprecia en la Figura N°3, al incrementarse la presión de operación del hidrociclón a 13.06 [psi] por encima del SP de 10 [psi], se activa la alarma “hi-hi”, definida como crítica, de manera que después de transcurridos 10 segundos, actúa el “lazo de control automático”, cuyo enclavamiento permite detener el motor de la correa de alimentación, registrándose en pantalla un consumo de 0 [amp] y una alarma de “correa detenida”, en ícono de color rojo.

Las figuras muestran el flowsheet del circuito de molienda y clasificación del molino N°2, configurado y visualizado en uno de los monitores de 27" de la Sala de Control del sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition o Supervisión, Control y Adquisición de Datos), de marca Rockwell Automation FACTORYTALK VIEW SITE EDITION. Los círculos amarillos indican los valores y alarmas del transmisor de presión (PIT 2202) y los círculos rojos muestran los valores de consumos de corriente y alarmas de la correa de alimentación del molino (220 CRT 02).

En el caso de activación de la alarma "presión alta- alta" y después que se haya detenido el motor de la correa de alimentación del molino, el operador de sala informará, vía radial, al operador de terreno instruyéndole respecto de la verificación del estado de las boquillas de salida del hidrociclón, que eventualmente podrían haberse obstruido. Si se verifica la normalidad en las boquillas, es decir, sin obstrucciones con elementos exógenos a la carga, el operador de la sala podrá reiniciar la operación de la correa, después de verificar que la presión del hidrociclón haya disminuido bajo los 8 psi.

Cabe señalar que cuando el circuito de molienda y clasificación experimenta una sobrecarga, los operadores de sala y operadores de terreno deberán ser más cautelosos en el ajuste del tonelaje de alimentación a los molinos, debiendo reducir las "t/h" (toneladas por hora) lo suficiente para que los hidrociclones operen en un rango de presión entre 5 y 8 psi. Como regla general se reduce en 1 t/h, la carga al molino, respecto del tonelaje procesado antes de la sobrecarga y se evalúa la nueva presión de trabajo del hidrociclón, de tal manera de encontrar un nuevo equilibrio de operación con un menor beneficio de mineral.

### **3. Registros de presión**

El software de control permite entregar registros históricos de todas las variables de proceso, respecto de las cuales el ingeniero de control ha logrado recuperar solo datos a partir septiembre de 2019. El registro de datos de presión históricos almacenados y disponibles desde septiembre de 2019 a la fecha se presentan en el **Apéndice 2 del "Informe sobre Hidrociclones y Transmisor Digital de Presión en la Planta de Flotación"**.

### **4. Conclusiones**

- a) Los hidrociclones Eral de 6" no fueron capaces de clasificar satisfactoriamente la carga del circuito, dado que permanentemente se producían "acordonamientos" y "obstrucciones" en las boquillas de descarga del hidrociclón, con el consiguiente rebalse de pulpa en la contención secundaria de flotación.
- b) La señal más clara de la disminuida capacidad de estos equipos fue la elevada presión de operación, muy próxima a la presión crítica, sobre la cual se inician los acordonamientos en la descarga del hidrociclón.

- c) El apoyo técnico de expertos como los doctores Jaime Sepúlveda de J- Consultores y ex CEO de Moly-Cop Chile, y Juan Luis Bouso, Presidente de Eral Equipos y Procesos, validaron la necesidad de aumentar la capacidad de los hidrociclones, recomendando la implementación de hidrociclones con un diámetro 10”.
- d) Migrar hacia los hidrociclones de 10”, permitió incrementar las áreas de entrada y salidas de la pulpa hasta 3 veces, de manera que las presiones de operación se redujeron significativamente, permitiendo que los “acordonamientos” de hidrociclones y rebalses de pulpa en flotación fueran eventos muy aislados.
- e) Complementar la operación de hidrociclones de 10” con la habilitación de sensores y/o transmisores de presión (PIT), programados para que la señal de “presión” y sus correspondientes alarmas de “presión alta” y “presión alta-alta” sean visibles en los monitores de la Sala de Control, permitió a nuestros operadores tomar rápidas y oportunas decisiones previniendo la ocurrencia de nuevos rebalses de pulpa en las contenciones de flotación.
- f) Optimizar la operación de hidrociclones de 10” con la habilitación de un Lazo de Control Automático, permitió reducir a cero los eventos de acordonamiento de hidrociclones y los rebalses de pulpa en la contención secundaria de flotación.



**Mauricio Corvalán Alfaro**  
**Superintendente de Planta**  
**RUT. 10.981.513-6**