



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERÚ

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación  
Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



Pasión por la Tecnología

## ÍNDICE

CIRCUITO DE CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO.....	2
1.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CIRCUITO CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO .....	8
1.1.1. CIRCUITO DE CHANCADO SECUNDARIO .....	10
1.1.1.1. ALMACENAMIENTO Y SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL .....	10
1.1.1.2. CLASIFICACIÓN CON ZARANDAS SECUNDARIAS .....	16
1.1.1.3. REDUCCIÓN DE TAMAÑO EN CHANCADO SECUNDARIO .....	22
1.1.2. CIRCUITO DE CHANCADO TERCIARIO.....	28
1.1.2.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AL CIRCUITO DE CHANCADO TERCIARIO .....	30
1.1.2.2. REDUCCIÓN DE TAMAÑO EN CHANCADO TERCIARIO .....	34
1.1.2.3. CLASIFICACIÓN CON ZARANDAS TERCIARIAS .....	38
1.1.3. SISTEMA DE CONTROL Y EMISIÓN DE POLVO DE CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO .....	47
1.1.4. EQUIPOS AUXILIARES .....	54
2. CRITERIOS DE DISEÑO .....	63
3. VARIABLES DE PROCESO .....	78
4. PRINCIPALES PROBLEMAS OPERATIVOS EN CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO.....	84
REFERENCIAS: .....	86



**SOUTHERN COPPER**  
SOUTHERN PERÚ

## Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

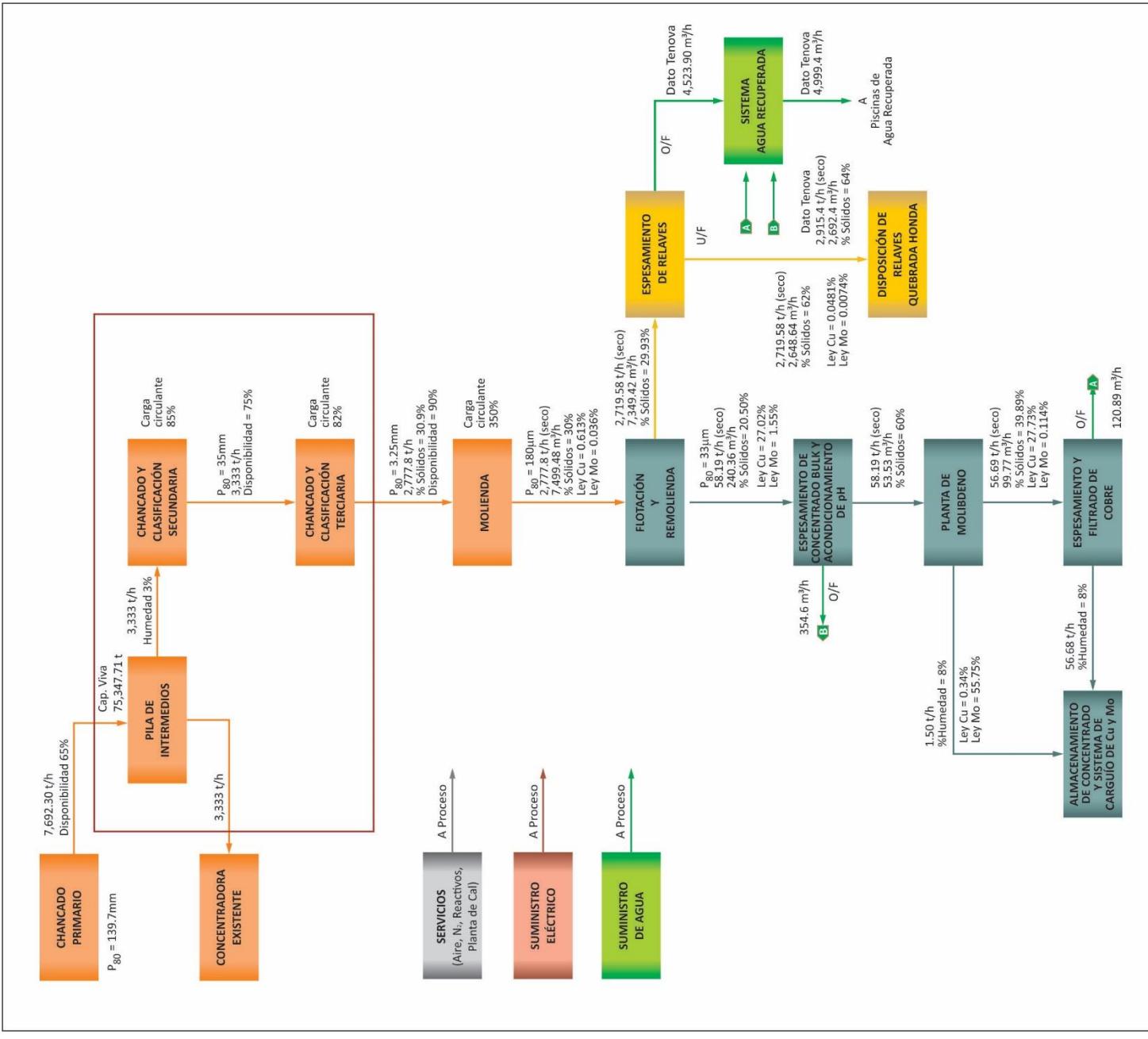
**Sub Área: 2300 - Planta de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria**



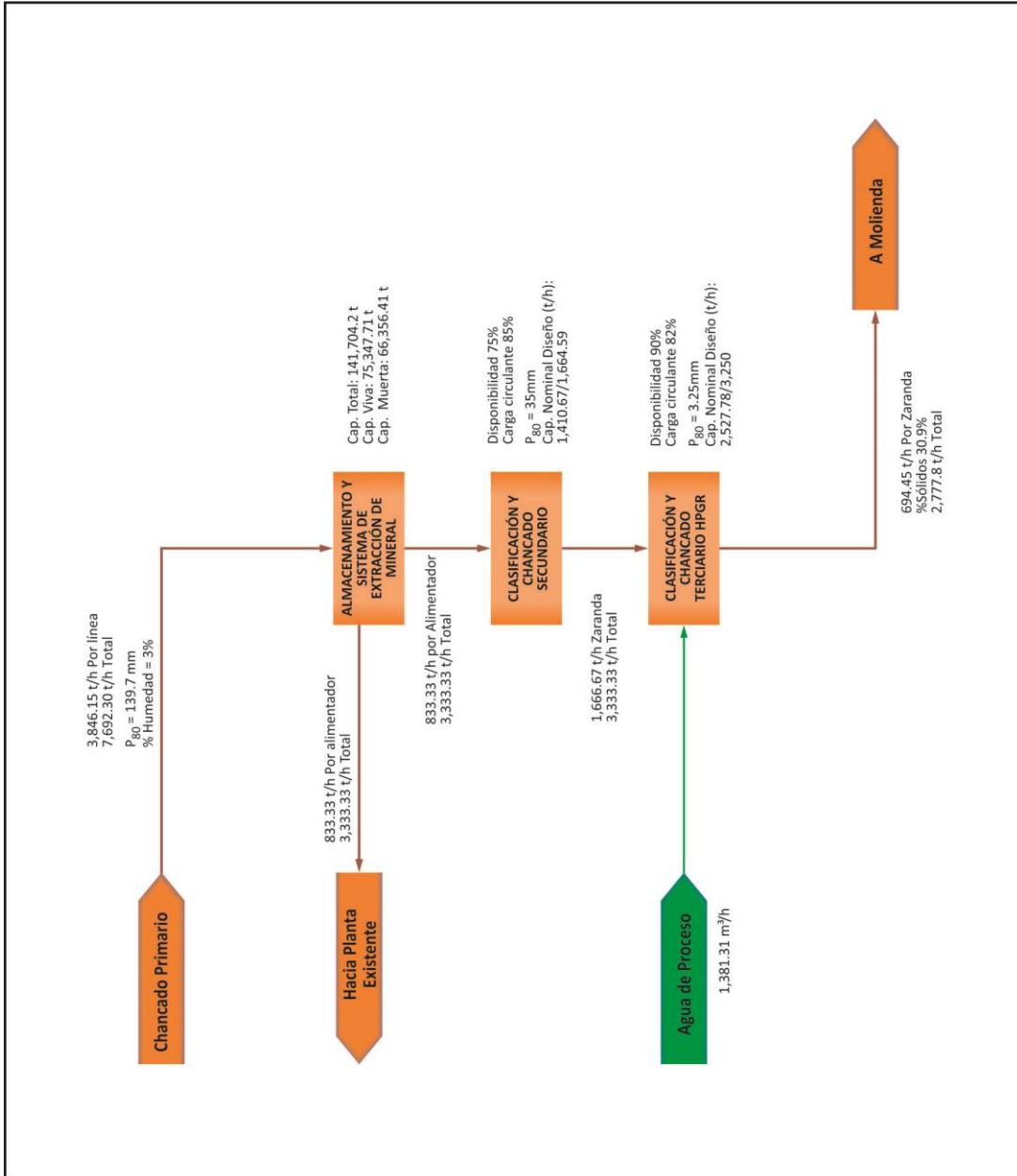
Pasión por la Tecnología

### CIRCUITO DE CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO

El circuito de chancado secundario está compuesto por dos zonas de clasificación secundarias, dos chancadoras secundarias (MP 1250) y el chancado terciario está compuesto de dos chancadoras terciarias (HPGR), cuatro zarandas de clasificación terciarias. Ambos circuitos trabajan en circuito cerrado hasta alcanzar un tamaño de partícula de alimentación a molienda ( $F_{80}$  igual a 3.25 mm).



**Figura N° 1.1. Diagrama de ubicación general de chancado secundario y terciario (Base seca)**



**Figura N° 1.2.** Diagrama de fases del circuito de chancado secundario y terciario.

El mineral proveniente de chancado primario con un  $P_{80}$  nominal de 139.7 mm es almacenado en la pila de intermedios para luego ser reducido de tamaño mediante dos etapas de chancado y clasificación con zarandas configuradas en circuito cerrado para asegurar un tamaño óptimo de partícula para el circuito de molienda  $F_{80}$  nominal de 3.25 mm.

#### **Área 2300 Pila de intermedios**

La pila de intermedios tiene como objetivo suministrar mineral en forma continua mediante el uso de 8 alimentadores de placa de los cuales cuatro son para abastecer a la planta existente y los restantes para la planta nueva de 60,000 TMSD.

El mineral proveniente de las dos líneas de chancado primario con 3 % de humedad es transportado por la faja de transferencia de chancado primario (292300-CV-001) y lo descarga en la pila de intermedios (292300-BN-001) a razón de 7 692 t/h. La capacidad total de la pila es aproximadamente 141,704 t, con una capacidad viva de 75,347 t, esta pila se encuentra instalada sobre una base circular que mide aproximadamente 105 m de diámetro por 44 m de altura. En los períodos en los cuales el chancado primario y el sistema de la faja transportadora de mineral grueso no estén operando, se emplearán tractores para recuperar el mineral de las áreas muertas de la pila de intermedios hacia los chutes de los alimentadores de placas.

#### **Área 2400 Chancado y clasificación secundaria**

Este circuito consta de una tolva de regulación clasificación seca, dos zarandas y dos chancadoras configuradas en circuito cerrado inverso con una carga circulante de 85 %.

El mineral es extraído de la pila de intermedios (292300-BN-001) por cuatro alimentadores de placas (292300-FE-005@008) los cuales descargan el mineral en la faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001) a razón de 3,333.33 t/h de mineral seco que constituye la alimentación fresca al circuito de chancado secundario y se junta con el flujo transportado por la faja de transferencia recirculación chancado secundario (292400-CV-005) en la faja transportadora alimentación chancado secundario (292300-CV-003), la cual transporta el mineral para descargarlo en la tolva regulación chancado secundario (292400-BN-001) que tiene una capacidad viva de 1,648 t, debajo de esta tolva se encuestran dos alimentadores de placas (292400-FE-001@002) que se encargan de alimentar el mineral a dos zarandas secundarias (292400-SC-001@002) multipendientes tipo banana.

La clasificación en las zarandas permite separar el mineral en dos productos; mineral de bajo tamaño (undersize) que constituye la alimentación fresca al circuito de chancado terciario, el cual es transportado a razón de 3,333.33 t/h por un sistema de cuatro fajas de transferencia (29400-CV-001@002) y la (29500-CV-001@002), hacia la pila de regulación chancado HPGR (292500-BN-001), el mineral de sobre tamaño (oversize) alimenta a dos chancadoras secundarias (292400-CR-001@002) tipo cónicas MP 1250 que reducen el mineral hasta obtener un producto con un tamaño partícula de  $P_{80} = 50$  mm que descarga en la faja de transferencia descarga de chancadoras secundarias (292400-CV-003) y lo transfiere a la faja transferencia recirculación chancado secundario (292400-CV-005).

#### **Área 2500 Chancado y clasificación terciaria**

Este circuito consta de una pila de regulación de chancado HPGR, una pila de regulación de clasificación terciaria, cuatro zarandas terciarias de clasificación húmeda y dos chancadoras HPGR configuradas en circuito cerrado directo con una carga circulante de 82%.

El undersize de las zarandas secundarias (292400-SC-001@002) y el oversize de las zarandas terciarias (292500-SC-001@004) se transportan en forma conjunta por la faja transferencia sobre tamaño zaranda terciaria (29500-CV-001) y lo transfiere hacia la faja transportadora/tripper pila regulación chancado HPGR (292500-CV-002), el trippe instalado en la faja permite la descarga uniforme del mineral sobre la pila de regulación chancado HPGR (292500-BN-001) que tiene una capacidad viva de 21,816 t, debajo de esta pila se encuentran cuatro alimentadores de fajas (292500-BF001 @004) que extraen el mineral y lo transfieren a las fajas transportadoras alimentación HPGR (292500-CR-003@004) para alimentar a las chancadoras HPGR (292500-CR-001@002).

El producto de las chancadoras HPGRs con un tamaño de partícula menor a 18mm es descargado en la faja transportadora regulación chancado HPGR (29500-CV-005) la cual transfiere su carga a la faja transportadora/tripper pila regulación clasificación terciaria (292500-CV-006), el trippe instalado en la faja permite la distribución uniforme del mineral sobre la pila regulación clasificación terciaria (292500-BN-002) que tiene una capacidad viva de 25,449.64 t.



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

## **Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala**

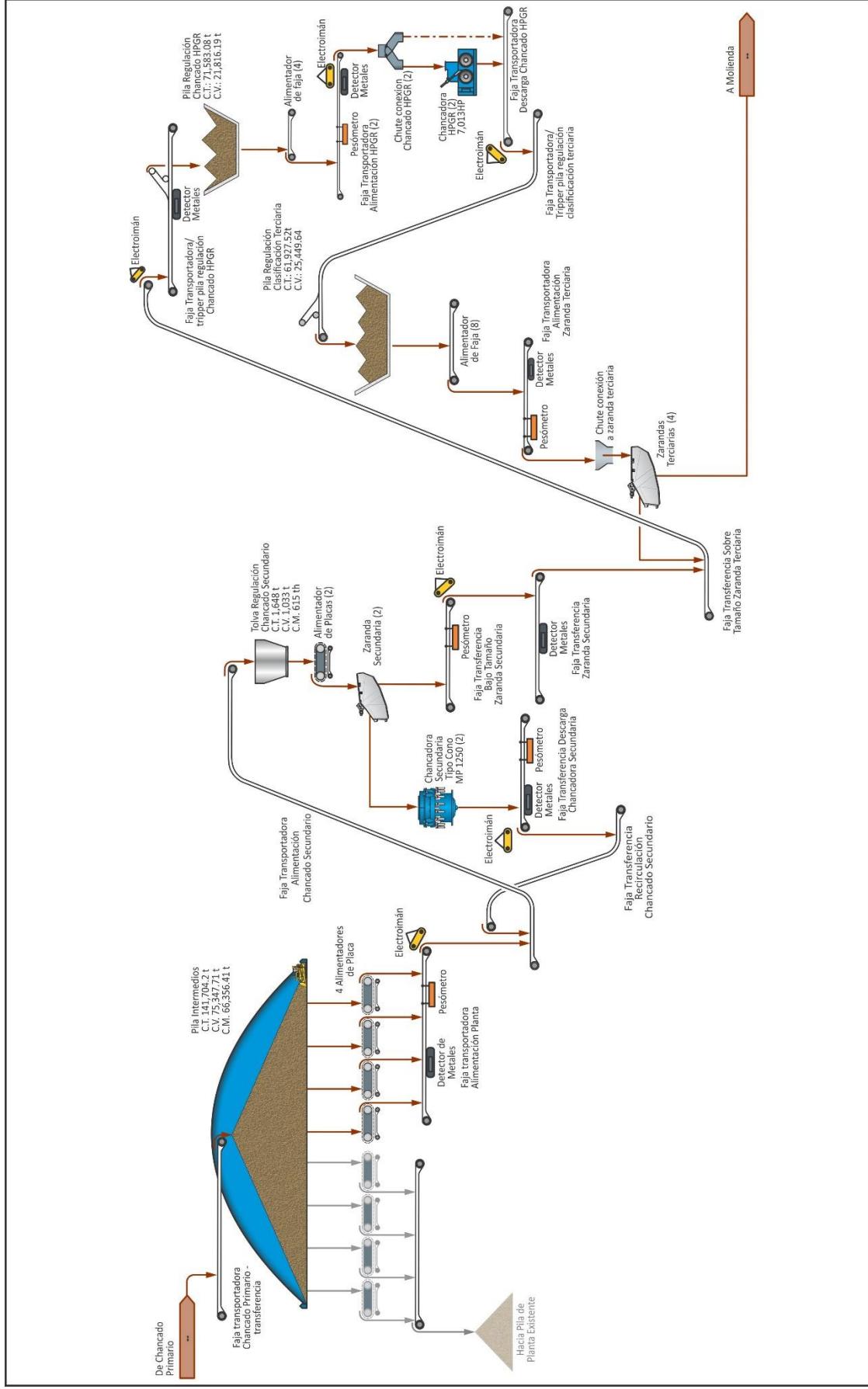
**Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria**

La descarga mineral de la pila regulación clasificación terciaria se realiza a través de ocho alimentadores de faja (29500-BF-005@012) de velocidad variable, de los cuales cada par de alimentadores descargan en cada una de las cuatro fajas transportadoras alimentación zaranda terciaria (292500-CV-007@010) el mineral descargado por cada una de estas fajas se mezclan con agua de proceso en sus respectivos chutes de conexión (292500-CH-037@040) conformando una pulpa que alimenta a cuatro zarandas terciarias (292500-SC-001@004), las cuales tienen instalados spray de agua para lavar el mineral.

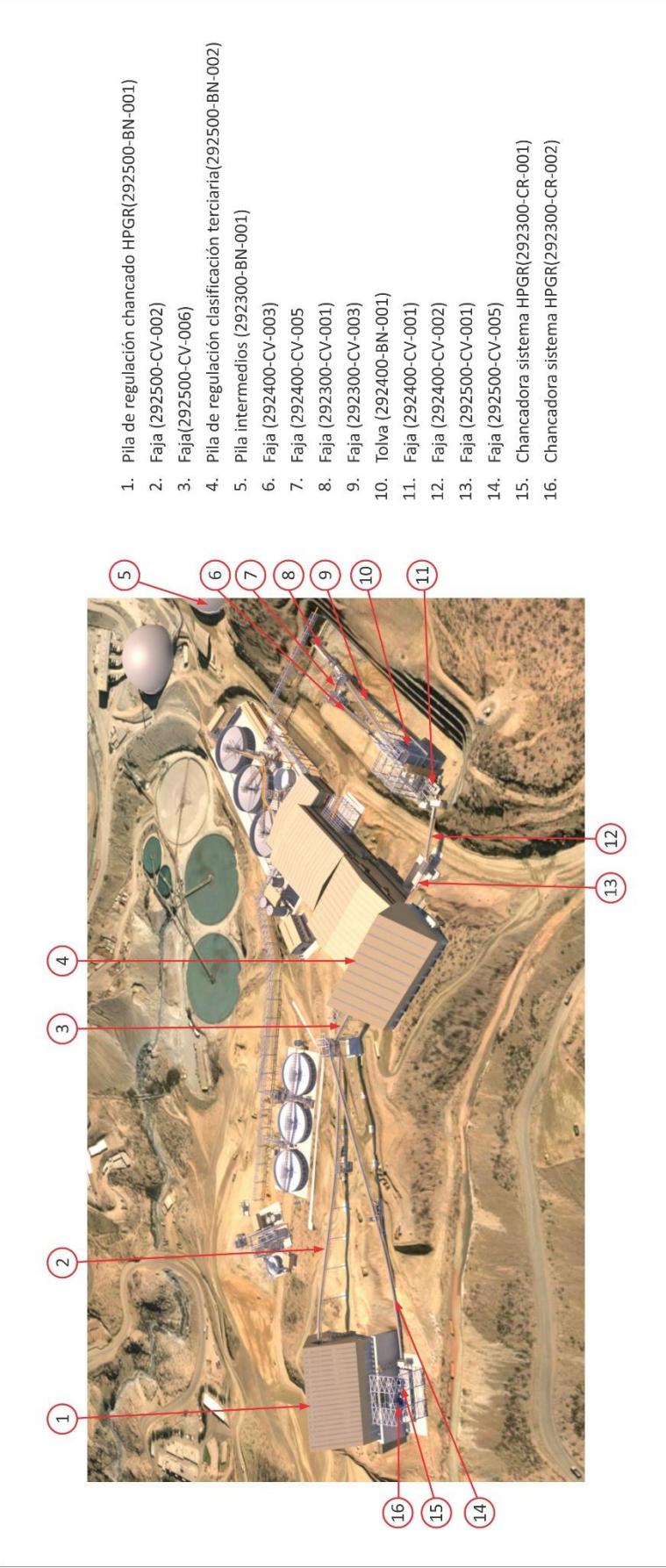
El proceso de zarandeo genera dos productos, el flujo de undersize con 30.9 % de sólidos y un tonelaje de 2,777.8 t/h constituye la alimentación fresca al circuito de molienda, el cual ingresa por medio de chutes a los cajones de alimentación a batería de hidrociclos (293200-PB-001/002) de cada línea de molienda a razón de 1,388.9 t/h. El oversize se descarga en la faja de sobreramaño zaranda terciaria (292500-CV-001); la cual transfiere su carga a la faja del tripper pila de regulación chancado HPGR (292500-CV-002), retornándola hacia la pila de regulación chancado HPGR como carga circulante.

El propósito de las pilas de regulación en los dos circuitos es mantener un flujo continuo de alimentación a molienda, para ello requiere que la disponibilidad de operación en chancado secundario y terciario sea mayor a 75 % y en la etapa de clasificación terciaria en húmedo de 90 %.

Los circuitos de chancado secundario y terciario cuentan con un sistema de colector de polvos cuya finalidad es minimizar la polución en las zonas de descarga y transferencia de mineral



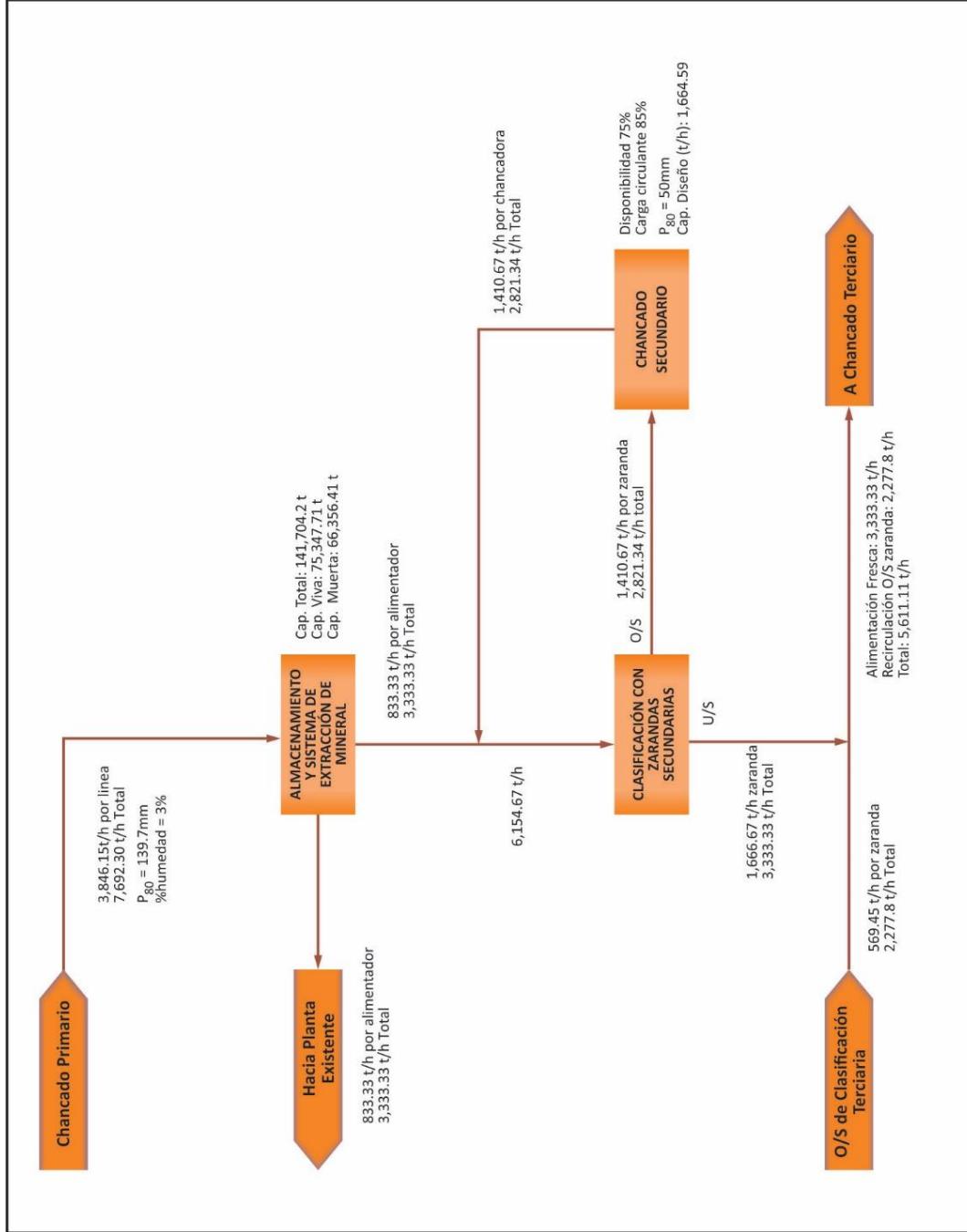
**Figura N° 1.3. Diagrama general del proceso de chancado secundario y terciario (ref. PATCT-DA-297100-14-FD-105\_4)**



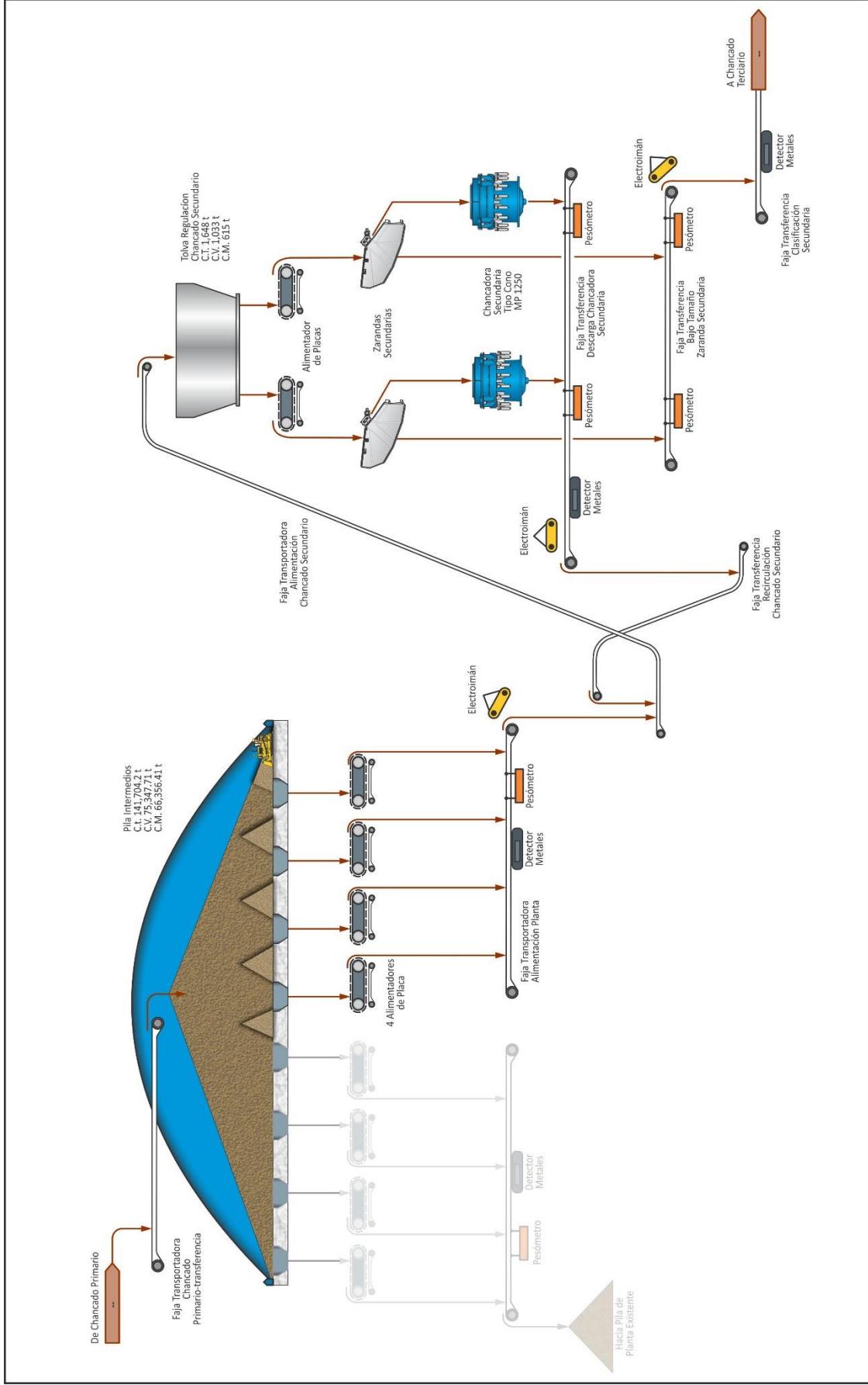
**Figura N° 1.4. Vista en 3D superior de las instalaciones del área de chancado secundario y terciario**

### 1.1. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL CIRCUITO CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO

El diagrama muestra las fases que constituyen el circuito de chancado secundario. (Ver Figura N° 1.5)



**Figura N° 1.5. Diagrama de fases del circuito chancado secundario.** A continuación se muestra el diagrama de flujo simplificado del área de chancado secundario



**Figura N° 1.6. Diagrama simplificado del circuito de chancado secundario (Ref. PATCT-DA-292100-14-FD-001\_8, PATCT-DA-292400-14-FD-002)**

## 1.1.1. CIRCUITO DE CHANCADO SECUNDARIO

### 1.1.1.1. ALMACENAMIENTO Y SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE MINERAL

El correcto diseño y operación de los sistemas de manejo y transporte de minerales es de vital importancia para mantener la capacidad de tratamiento de una planta. El stockpile provee una forma segura para almacenar grandes cantidades de minerales grueso y proveer una alimentación continua hacia chancado secundario y terciario.

#### Pila de intermedios (292300-BN-001)

La pila de intermedio es alimentada por la faja transportadora chancado primario -transferencia (292200-CV-001) proveniente del chancado primario a razón de 7,609.2 t/h con 3% de humedad y una granulometría de  $P_{80}$  nominal 139.7 mm, para procesar un total de 120,000 TMSD.

El mineral a procesar en la planta es almacenado en la pila de intermedios, que tiene una capacidad total de 141,704.20 t. y una capacidad viva de 75.347.71 t. La capacidad viva de almacenamiento de la pila de intermedio es la cantidad de mineral que se puede extraer en forma continua mediante los alimentadores de placa sin necesidad utilizar un equipo auxiliar, la carga muerta de la pila de intermedio es 66,356.41 t la cual se puede llevar hacia el chute de alimentación de los alimentadores de placa mediante el uso de tractores para mantener la alimentación constante al circuito de chancado secundario. Esta pila se encuentra instalada sobre una base circular que mide aproximadamente 105 m de diámetro por 44 m de altura.

La pila de intermedios suministra mineral a la planta existente y a la planta nueva en forma paralela, esto se realiza mediante ocho alimentadores de placa que distribuyen el mineral de la siguiente manera: Los alimentadores de placa (292300-FE-001@004) descargan el mineral hacia la faja transportadora (292300-CV-002) a razón de 60,000 TMSD, transportando el mineral hacia la planta concentradora existente y los alimentadores de placa (292300-FE-005@008) descargan el mineral en la faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001) a razón de 60,000 TMSD transportando el mineral hacia la nueva planta concentradora.

### Alimentadores de placa (292300-FE-005@008)

La función de los alimentadores de placa, es extraer el mineral de la pila de intermedios (292300-BN-001) a razón de 833.33 t/h por alimentador y transferir el mineral a la faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001).

Los alimentadores de placa miden 10.45 m de longitud por 1.52 m de ancho, se desplazan a una velocidad de 0.23 m/s, tienen una capacidad de diseño de 1,311 t/h y es accionado por un motor de 111.85 kW (150 HP) de velocidad variable, que permiten al operador del cuarto de control ajustar el tonelaje de alimentación en un rango del 30 al 100 % de la capacidad de diseño.

El mineral es extraído de la pila de intermedios por los alimentadores de placa a través de los chutes de descarga pila de intermedios (292300-CH-005@008).

Las aperturas de descarga, los chutes de alimentación y descarga de los alimentadores de placas están diseñados para facilitar el flujo de mineral, de tal manera que una gran parte de la capacidad viva de la pila, esté disponible bajo una variedad de condiciones del mineral.

Se han tomado las precauciones en relación a las salidas de descarga de la pila de intermedios en la parte inferior, para lo cual se tienen los lanzas corta flujo (292300-CH-013-1@016-1), estas se usan cuando se requiere realizar mantenimiento a alimentadores de placa y/o controlar el suministro de mineral al proceso. La operación del sistema de lanzas es por medio de las unidades hidráulicas (292300-HY-001) y (292300-HY-002).

El material extraído por los alimentadores se descarga en la faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001) por medio de los chutes de descarga (292300-CH-013@016) los cuales cuentan cada uno con dos interruptores por alto nivel. Al activarse alguno de estos interruptores manda una señal a la lógica de control para detener automáticamente el alimentador de placas correspondiente.

Cada alimentador de placa cuenta con un variador de velocidad el cual es controlado por el lazo de control de nivel de la tolva regulación chancado secundario (292400-BN-001) y la lógica de control de la faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001).



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

## **Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala**

**Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,**  
**2500 - Chancado y Clasificación Terciaria**



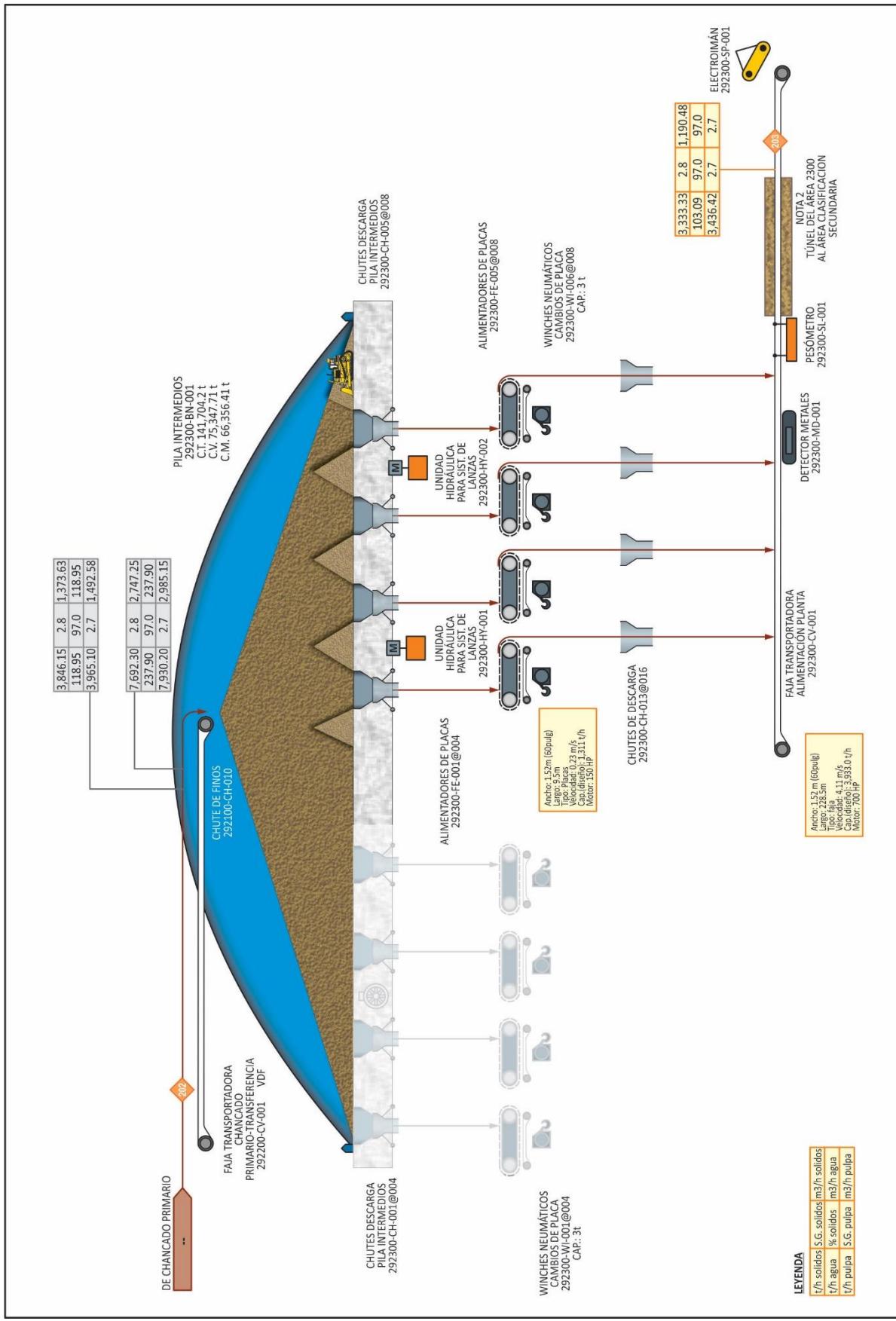
Pasion por la Tecnología

Los alimentadores de placas cuentan con sistema de lubricación automático para los rodamientos y de una faixa de limpieza que trabaja de manera paralela en cada uno de los alimentadores de placa recogiendo el mineral fino que cae de las placas del alimentador y lo retorna al chute de descarga respectivo.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, los alimentadores de placas está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores o cordones de paro por emergencia en alimentadores de placa.
- Interruptores de velocidad cero en los alimentadores de placas.
- Interruptores de alta temperatura.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para detener el alimentador de placas correspondiente.



**Figura N° 1.7.** Diagrama del sistema de extracción de mineral (Ref. PACTCT-DA-292100-14-FD-001 8)

### Faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001)

La función de esta faja transportadora es recibir el mineral descargado por los de los alimentadores de placa y transferirlo sobre la faja transportadora alimentación chancado secundario (292300-CV-003) a razón de 3,333.33 t/h, por medio del chute de descarga (292300-CH-019), el cual cuenta con dos interiores por alto nivel, que en caso de ser activados alguno de ellos, manda una señal a la lógica de control para parar automáticamente la faja.

La faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001) mide 228.5 m de largo por 1.524 m (60 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento de la faja es de 4.11 m/s, con una capacidad de diseño de 3,933.0 t/h y es accionado por un motor de 521.99 kW (700 HP).

Esta faja cuentan con:

- Electroimán autolimpiente (292300-SP-001), que trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora y evita que pasen elementos metálicos magnéticos.
  - Detector de metales (292300-MD-001), que trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, detectan las piezas metálicas que no fueron capturadas por el electroimán y a su vez detienen la faja transportadora.
  - Pésómetros (292300-SL-001), proporcionan al operador de cuarto de control una lectura instantánea y un registro de masa total de la cantidad de mineral que está siendo transportado, esta es monitoreada y registrada en tendencias o históricos para el sistema de supervisión, cuyo propósito es el balance metalúrgico y control de procesos.
  - Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de alargamiento en la faja.
- Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:
- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
  - Interruptores de desalineamiento de faja.
  - Interruptores o cordones de paro de emergencia.
  - Interruptores de velocidad cero.
  - Interruptor de ruptura de faja.

La faja transportadora alimentación planta, cuenta con un reductor de velocidad equipado con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Alarmas de alta/alta temperatura.
- Alarmas por alta/alta vibración.
- Alarmas de alta temperaturas entre el reductor y polea motriz.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para detener la faja transportadora.

Cuando se detiene la faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001) se debe detener los alimentadores de placa (292300-FE-005@008).

### Faja transportadora alimentación chancado secundario (292300-CV-003)

La función de esta faja es transportar en forma conjunta el mineral fresco recibido de la faja de alimentación a planta de chancado secundario (292300-CV-001) a razón de 3,333.33 t/h y el flujo de la descarga de las chancadoras secundarias, transportado por medio de la faja transferencia recirculación chancado secundario (292400-CV-005) a razón de 2,821.34 t /h, y descargarlo en la tolva regulación chancado secundario (292400-BN-001) con un flujo total de 6,154.67 t/h, a través del chute de descarga (292400-BN-001) el cual cuenta con dos interruptores por alto nivel, al activarse dichos interruptores mandan señal a la lógica de control para detener la faja automáticamente, activando su alarma respectiva.

La faja transportadora alimentación chancado secundario, mide 163.4m de largo por 1.83 m (72 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento de la faja es de 4.11 m/s, con una capacidad de diseño de 7,262.51 t/h y es accionado por un motor de 1,304.98 kW (1750 HP).

Esta faja cuentan con:  
Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de alargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

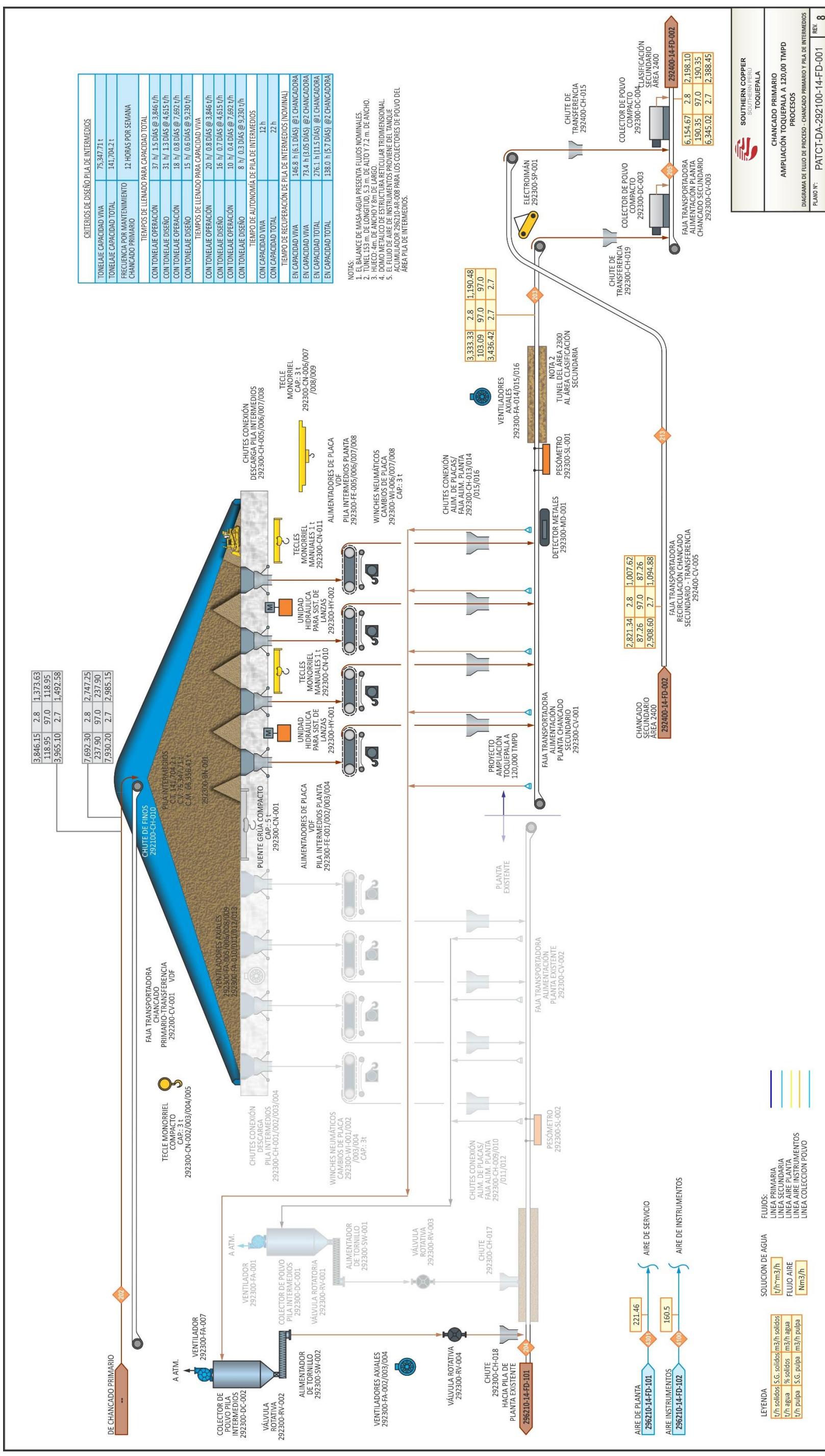
- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

Esta faja cuenta además con un reductor de velocidad equipado con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Alarms de alta/alta alta temperatura.
- Alarms por alta/ alta alta vibración.
- Alarms de alta temperaturas entre el reductor y polea motriz.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el sistema de control, deberá ejecutar su lógica para detener la faja transportadora correspondiente.

Cuando se para la faja transportadora (292300-CV-003) se deben parar las fajas transportadoras (292300-CV-001 y 292400-CV-005).



**Figura No 18** Diagrama del flujo de extracción de mineral envasado (Def. PATT-DIA-202100-11 ED-001

### 1.1.1.2. CLASIFICACIÓN CON ZARANDAS SECUNDARIAS

#### Tolva regulación chancado secundario (292400-BN-001)

La tolva de regulación chancado secundario, es alimentada por la faja transportadora alimentación chancado secundario (292300-CV-003) que transporta el flujo combinado del mineral fresco proveniente de la pila de intermedios y mineral recirculado proveniente de las descargas de las chancadoras secundarias MP 1250, la tolva tiene una capacidad de viva de 1,033.00 t, una capacidad total de 1,648.00 t y la carga muerta es de 615.00 t. Esta tolva, cuenta con controles de nivel con alarmas por bajo, alto y muy alto nivel, los cuales mandan señal a los variadores de velocidad de los alimentadores de placas de la pila de intermedios (292300-FE-005@008) para regular la alimentación de mineral a la tolva, cuando esta tiene un nivel alto en se detiene el motor de la faja transportadora alimentación chancado secundario (292300-CV-003).

#### Alimentador de placas (292400-FE-001/002)

La función de los alimentadores de placa es extraer el mineral de la tolva regulación chancado secundario, a razón de 3,077.33 t/h por cada alimentador y descargar el mineral en cada una de las 2 zarandas secundarias. El mineral es extraido de la tolva regulación chancado secundario (292400-BN-001) por los alimentadores de placas (292400-FE-001/002) a través de los chutes descarga (292400-CH-001/002).

Se tienen las lanzas corta flujo (292400-CH-003-1 y 292400-CH-004-1), estas se usan cuando se requiere realizar mantenimiento a alimentadores de placa y/o controlar el suministro de mineral al proceso. La operación del sistema de lanzas es por medio de las unidades hidráulicas (292400-HY-003 y 292400-HY-004), cada uno de los chutes (292400-CH-003-1 y 292400-CH-004-1) cuenta con dos interruptores y alarmas por alto nivel respectivamente, que al activarse mandan una señal de alarma al Sistema de Control.

Los alimentadores de placa, cuentan con sistema de lubricación automático para los rodamientos y un sistema de limpieza que trabaja de manera paralela en cada uno de los alimentadores de placa, estas recogen el mineral fino que cae de las placas del alimentador y lo retorna al chute de descarga respectivo.

Los alimentadores de placas, cuentan con accionamiento de motor hidráulico y un variador de velocidad (VVH) que son impulsados mediante unidades hidráulicas (292400-HY-001/002) para mantener el nivel óptimo del mineral en la cavidad de las chancadoras secundarias (292400-CR-001/002).

Los alimentadores de placa miden 9.18 m de largo por 2.4 m de ancho, se desplazan a una velocidad de 0.32 m/s, tienen una capacidad de diseño de 3,905 t/h y es accionado por un motor de 260.99 kW (350 HP) de velocidad variable que permiten al operador del cuarto de control ajustar el tonelaje de alimentación.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, los alimentadores de placas está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores o cordones de parada de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptores de alta temperatura.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar el alimentador de placas correspondiente.

#### Zaranda secundaria (292400-SC-001/002)

Los alimentadores de placa (292400-FE-001/002) alimentan a las zarandas secundarias (292400-SC-001/002) a razón de 3,077.33 t/h a cada una respectivamente.

La función principal de la zaranda secundaria es clasificar y separar el mineral fino del mineral grueso. El mineral fino (undersize) es descargado a razón de 1,666.67 t/h por los chute de descarga (292400-CH-010/011) en la faja transferencia bajo tamaño zaranda secundaria (292400-CV-001) y el mineral grueso se descarga a razón de 1,410.67 t/h mediante los chutes de descarga (292400-CH-005/006) que alimentan a dos chancadoras secundarias tipo cono MP 1250 (292400-CR-001/002), donde es reducido de tamaño.

Los chutes de descarga sobre tamaño zaranda secundaria (292400-CH-005/006), cuentan cada uno con dos interruptores por alto nivel, los cuales en caso de estar activado alguno de ellos, manda una señal a la lógica de control para detener automáticamente la zaranda Secundaria correspondiente, además de activar su alarma.

Las zarandas secundarias modelo XL-CLASS B MD, son de tipo banana de doble deck multipendiente, de dimensiones de 3.660 m de ancho x 7.620 m de largo, (12' x 25') con una capacidad de diseño de 3.904.8 t/h y un motor de accionamiento de 90 kW (120.7 HP), las aberturas de la malla del deck superior es de 70 mm y de la cama inferior es de 50 mm, la eficiencia de clasificación es de 92% con una carga circulante nominal de 85%.

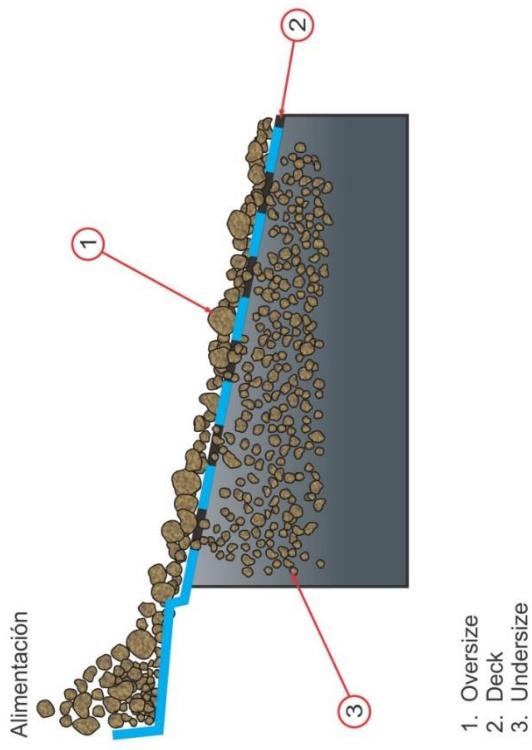
Cuando se detiene las zarandas secundaria (292400-SC-001/002) se deben detener los alimentadores de placas (292400-FE-001/002) correspondiente. El efecto de la vibración es optimizar la eficiencia de la zaranda, incrementando las probabilidades de paso de las partículas por las aberturas de las mallas y maximizar el tonelaje procesado, controlándose los parámetros de operación. (Ver **Figura N° 1.9**)

El tamaño de las partículas se expresa normalmente con respecto al tamaño de malla o en micrones. Un micrón es la milésima parte de un milímetro (la abreviación de un micrón es  $\mu\text{m}$ ).

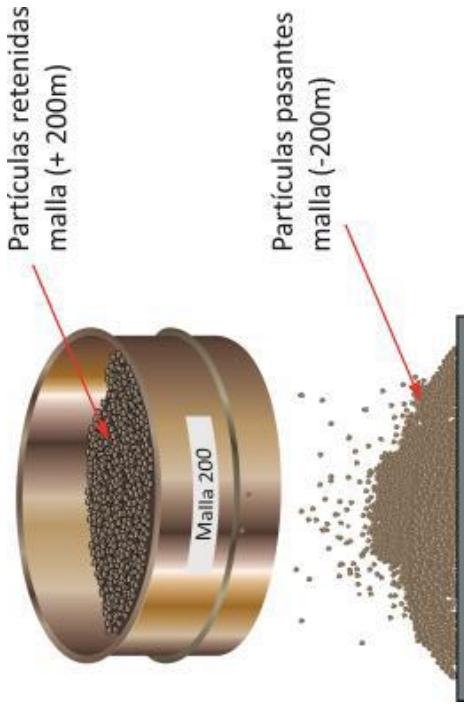
Por ejemplo:

Si 80% de las partículas de una muestra pasan a través de la malla 200, se dirá que el tamaño de las partículas es 80% bajo la malla 200, o 80% menos malla 200 (-200m o 80% -75  $\mu\text{m}$ ).

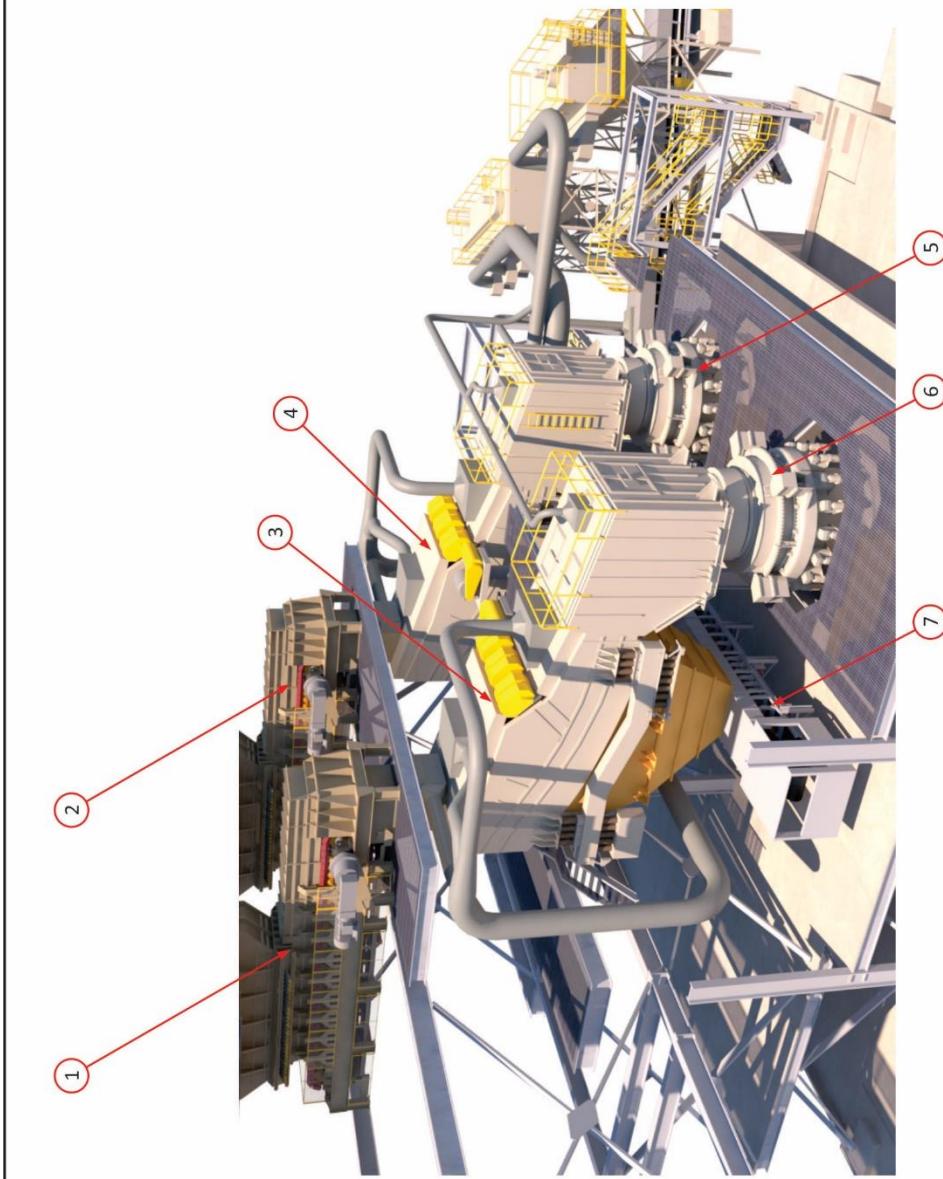
Si 80 % de las partículas de una muestra no pasan a través de la malla 200, es decir quedan retenidas, se dirá que el tamaño de las partículas es 80% sobre la malla 200, o 80% más malla 200 (+200m o 80% +75  $\mu\text{m}$ ). (Ver **Figura N° 1.10**)



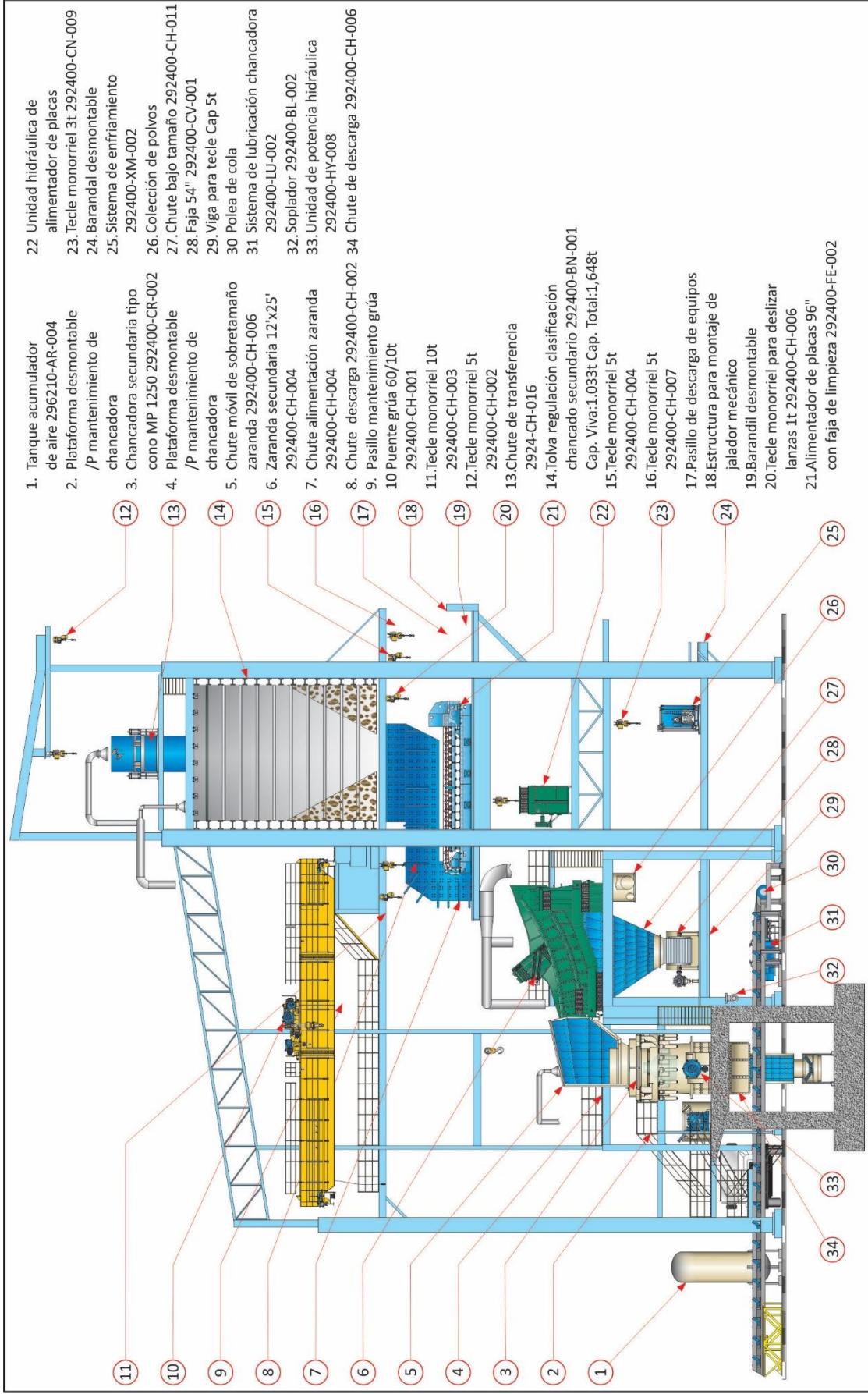
**Figura N° 1.9. Operación de clasificación en zaranda**



**Figura N° 1.10. Tamizado**



**Figura N° 1.11.** Vista 3D de las Zarandas clasificación secundaria tipo multipendiente



**Figura N° 1.12. Vista lateral de edificio de zarandas y chancadora secundaria (Ref. PATCT-DA-292400-05-GA-508\_7)**



**SOUTHERN COPPER**  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

## Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria

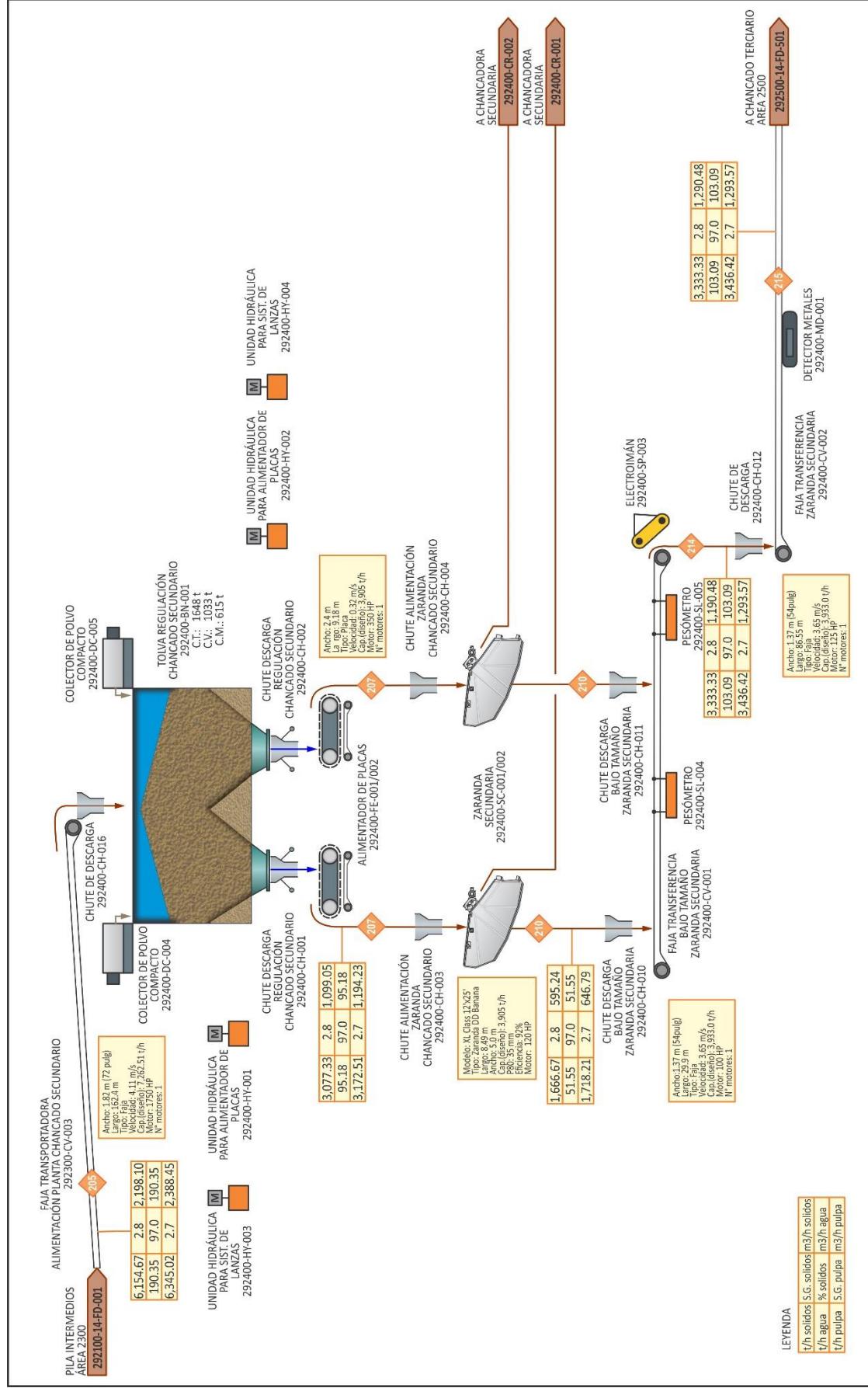


Figura N° 1.13. Diagrama específico de clasificación de zarandas de clasificación secundarias (Ref. PATCT-DA-292400-14-FD-002\_9)



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



Proudly for the Technology

## Faja transferencia bajo tamaño zaranda secundaria (292400-CV-001)

La función de esta faja es transportar el mineral fino (undersize) de las zarandas secundarias (292400-SC-001/002) y transferirlo a la faja de zaranda secundaria (292400-CV-002) a través del chute de descarga (292400-CH-012), a razón de 3,333.33 t/h y con una granulometría menor a 50 mm

El chute de descarga (292400-CH-012), cuenta con dos interruptores por alto nivel, los cuales en caso de estar activado alguno de ellos, manda una señal a la lógica de control para detener automáticamente la faja transferencia bajo tamaño zaranda secundaria (292400-CV-001), activando su alarma respectiva.

La faja transferencia bajo tamaño zaranda secundaria, mide 29.9 m de largo por 1.37 m (54pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento de la faja es de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 3,933.0 t/h y es accionado por un motor de 74.57 kW (100HP).

Esta faja cuenta con:

- Pesómetros (292400-SL-004/005), proporcionan al operador de cuarto de control una lectura instantánea y un registro de masa total de la cantidad de mineral que está siendo transportado, esta es monitoreada y registrada en tendencias o históricos para el sistema de supervisión, cuyo propósito es el balance metalúrgico y control de procesos.
- El electroimán (292400-SP-003), trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, evitan que pasen elementos metálicos magnéticos.

Esta faja cuenta con:

- Detector de metales (292400-MD-002) trabaja de forma autónoma, y deberá arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, detectan las piezas metálicas que no fueron capturadas por el electromán y a su vez detienen la faja transportadora.
- Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de alargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

## Faja transferencia zaranda secundaria (292400-CV-002)

La función de esta faja es transportar el mineral recibido por la faja de bajo tamaño zaranda secundaria (292400-CV-001) y el polvo recolectado por los colectores de polvo tipo cartucho (292400-DC-001/002), para luego descargarlo en la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001) a través del chute de descarga (292400-CH-013), a razón de 3,333.33 t/h, este chute tiene dos interruptores por alto nivel, al activarse dichos interruptores mandan señal a la lógica de control para parar automáticamente la faja transferencia zaranda secundaria (292400-CV-002) activando también su alarma respectiva.

Esta faja, mide 86.55 m de largo por 1.37 m (54 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento es de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 3,933.0 t/h y es accionado por un motor de 93.22 kW (125 HP).

Esta faja cuenta con:

- Detector de metales (292400-MD-002) trabaja de forma autónoma, y detectan las piezas metálicas que no fueron capturadas por el electromán y a su vez detienen la faja transportadora.
- Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de alargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

### 1.1.1.3. REDUCCIÓN DE TAMAÑO EN CHANCADO SECUNDARIO

#### Chancadora Secundaria (292400-CR-001/002)

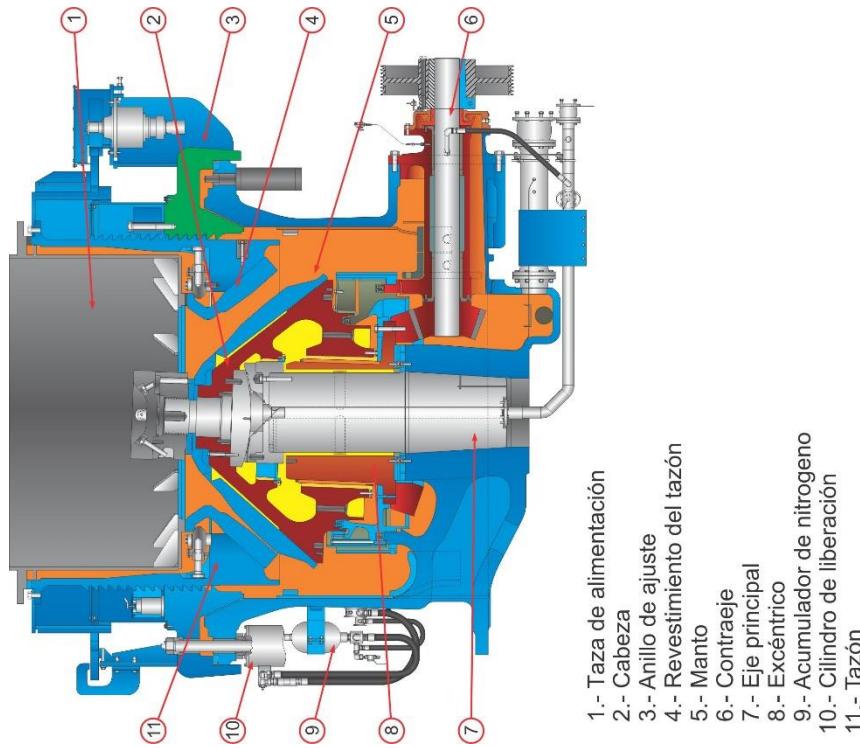
El mineral grueso (oversize) descargado por las zarandas secundarias (292400-SC-001/002) alimenta a cada una de las chancadoras secundarias MP-1250 tipo cono (292400-CR-001/002) a razón de 1,410.67 t/h para ser reducido a un tamaño nominal  $P_{80} = 50$  mm, mediante el giro excéntrico de un cono interno que aprisiona el mineral sobre la carcasa de la chancadora, el chancado secundario operará en circuito cerrado con una carga circulante nominal de 85%. La capacidad de diseño de cada chancadora secundaria es de 1,664.0 t/h.

El producto de la chancadora es descargado por medio de los chutes de descarga (292400-CH-007/008) en la faja transferencia descarga chancadora secundaria (292400-CV-003) a razón de 2,821.34 t/h y lo transfiere en la faja transferencia recirculación chancado secundario (292400-CV-005), la cual descarga el mineral en la faja transportadora alimentación chancado secundario (292300-CV-003) para retornar el mineral a la tolva regulación chancado secundario (292400-BN-001).

Las chancadoras secundarias cuentan con un control de nivel cada una, los cuales mandan una señal a los variadores de velocidad de los alimentadores de placas (292400-FE-001/002) según corresponda para mantener un nivel de operación adecuado en la taza de alimentación. (Ver **Figura N° 1.14**).

Los chute de descarga chancadora secundaria (292400-CH-007/008) cuentan cada uno con dos interruptores por alto nivel, los cuales en caso de estar activado alguno de ellos, manda una señal a la lógica de control para detener automáticamente la chancadora secundaria correspondiente.

Las chancadoras secundarias se detendrán o no se arrancaran de forma automática o manual cuando la faja transferencia descarga chancadoras secundarias (292400-CV-003) no esté operando.

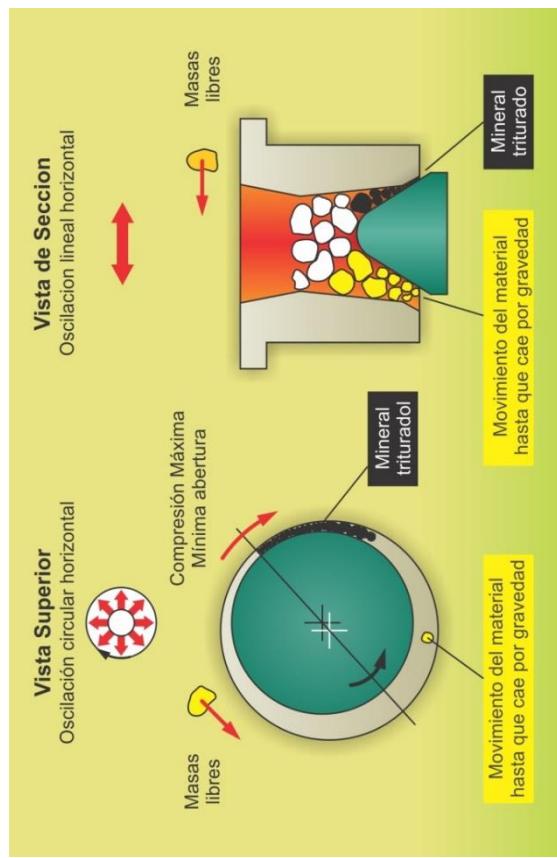


**Figura N° 1.14. Partes principales de la chancadora MP 1250**

- **Funcionamiento de la chancadora MP-1250**

La acción de chancado se produce, debido a que la cabeza gira dentro de la cámara de chancado con un movimiento excéntrico. Cuando el mineral es alimentado, la cabeza alternadamente se acerca y retrocede respecto de la cámara de la chancadora.

El movimiento de la cabeza en vista superior y de sección se muestra a continuación. (Ver **Figura N° 1.15**).



**Figura N° 1.15. Principio de funcionamiento de la chancadora**

Conforme la carga de alimentación se acerca al revestimiento del tazón, las partículas de mineral son atrapadas y trituradas entre éste y el manto, para luego caer en la apertura hacia la faja.

El movimiento excéntrico de la cabeza es producido por el accionamiento de un motor de 1250 HP, a través de un conjunto de polea-faja acoplados al contraeje, transmitiendo el movimiento rotatorio a la excéntrica por medio del conjunto piñón-corona.

El piñón está montado sobre el contraeje y la corona sobre la excéntrica, formando de este modo una transmisión por engranajes cónicos de dientes helicoidales.

El eje principal pasa a través de la excéntrica y se acopla a ésta por medio de la bocina de la excéntrica en el interior. La cabeza gira sobre la excéntrica por medio de la bocina inferior de la cabeza. Ambas bocinas son elementos de desgaste y deben ser reemplazados periódicamente.

En el arranque diario la temperatura mínima de aceite en el tanque debe ser 32°C (90°F), antes de poner en marcha la bomba de lubricación, para prevenir la sobrecarga de la bomba y del motor.

La razón de alimentación a la chancadora al inicio de la operación, es a bajo flujo de alimentación y se aumenta gradualmente el flujo hasta llegar al nivel de potencia máxima, entre 75 y 95 % de la potencia nominal, por características operativas de la chancadora, no se debe poner en funcionamiento a menos del 40 % de la potencia nominal.

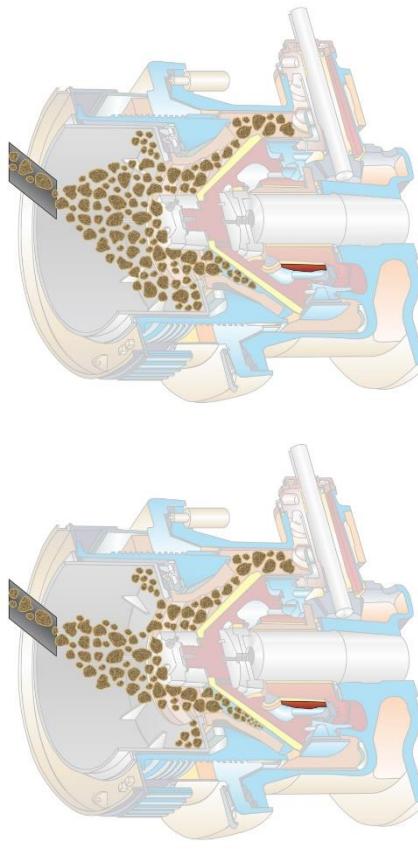
- **Ajuste del Setting**

El ajuste de la chancadora depende del tamaño de producto requerido. En la mayoría de los casos, se debe ajustar el setting de modo que la abertura entre los miembros de trituración en el lado cerrado (CSS) mida un poco menos que el tamaño máximo del producto deseado, también es necesario ajustar el tazón para compensar el desgaste de los miembros de trituración.

El ajuste de la chancadora se cambia bajando o elevando el tazón dentro del anillo de ajuste, girando el conjunto del tazón en sentido horario para descenderlo y sentido anti horario para elevarlo. Al bajar el tazón disminuye el ajuste; al elevarlo aumenta el ajuste.

Dentro de la taza de alimentación se debe mantener el nivel de alimentación por encima del distribuidor ubicado en la parte superior de la cabeza de la chancadora. Esto proporciona una distribución uniforme alrededor de la circunferencia de la chancadora y asegura la trituración del mineral, así como el uso completo del volumen de la chancadora. También proporciona un esfuerzo homogéneo sobre el eje y las bocinas.

Si la alimentación no está bien distribuida o si la cámara de chancado no se mantiene llena habrá una carga desigual en la chancadora, lo cual finalmente puede conducir a dañar la chancadora en casos extremos. En ese caso, el desgaste en los revestimientos es desigual, conduciendo a un mantenimiento mayor, a una eficiencia y disponibilidad reducida del equipo. (Ver **Figura N° 1.16**).



Método correcto de alimentación

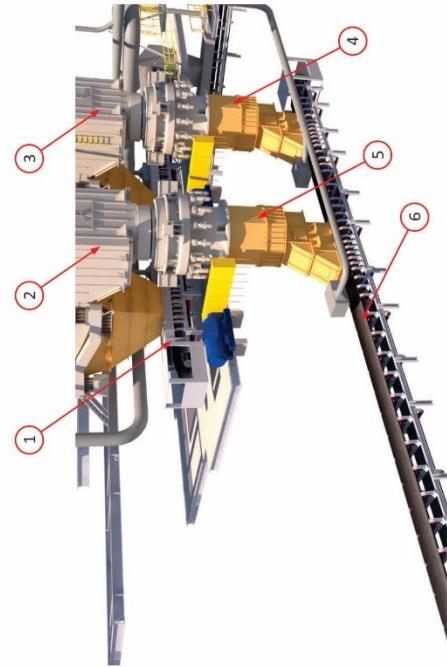
Método incorrecto de alimentación

**Figura N° 1.16. Disposición de alimentación en una chancadora MP-1250**

El control del funcionamiento de la chancadora se realiza variando la razón de alimentación que ingresa al equipo. Un flujo de alimentación más alto resulta en un mayor consumo de energía y una más baja resulta en un menor consumo de energía. Se debe operar la chancadora lo más cerca de la potencia nominal plena, dependiendo de la configuración del circuito de chancado, bajo ninguna circunstancia debe operarse la chancadora con carga a baja potencia por más de unos segundos.

El consumo de energía durante la trituración debe mantenerse por arriba del 50% de la potencia nominal como mínimo. Si se sabe que la chancadora no tendrá alimento por más de 30 minutos, se detiene el equipo y se arranca nuevamente cuando haya alimento disponible.

La mejor condición operativa para la chancadora es contar con un nivel de cavidad de 300 mm por encima de la parte superior de la taza de alimentación. Esta condición se llama condición de alimentación obstruida, garantiza una buena distribución de mineral de alimentación alrededor de la cámara de trituración y evita un pico de tensión debido a cambios menores en la velocidad de alimentación.



1. Faja transportadora bajo tamaño 292400-CV-001
2. Chute sobre tamaño zaranda 292400-CH-005
3. Chute sobre tamaño zaranda 292400-CH-006
4. Chancadora secundaria 292400-CR-002
5. Chancadora secundaria 292400-CR-001
6. Faja descarga de chancadoras secundarias 292400-CV-003

**Figura N° 1.17. Vista 3D de las chancadoras Secundarias tipo cono**



**SOUTHERN COPPER**  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

## Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



Pionero por la Tecnología

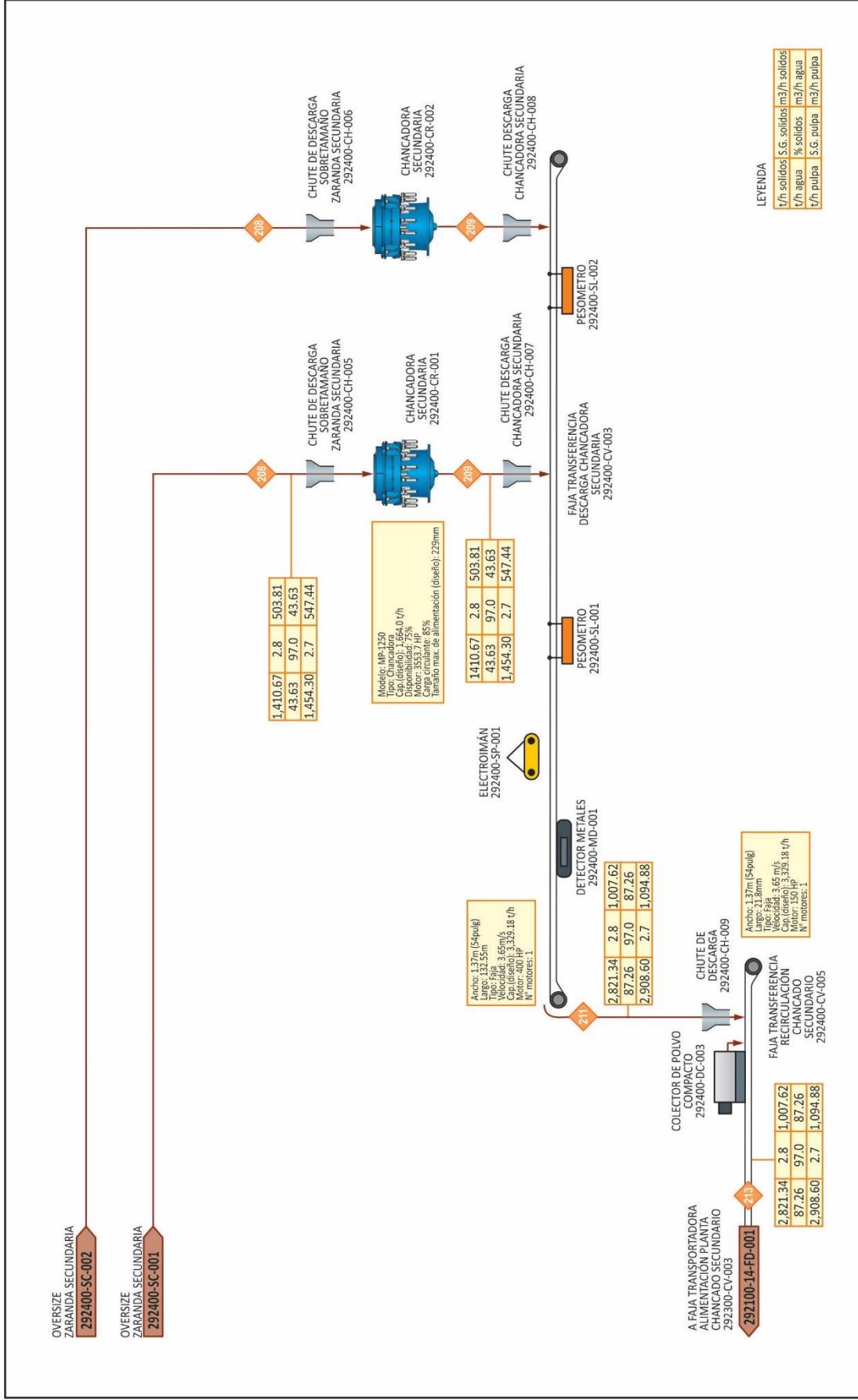


Figura N° 1.18. Diagrama de flujo de chancado secundario (PATCT-DA-292400-14-FD-002\_9)



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

## Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria

### Faja transferencia descarga chancadora secundaria (292400-CV-003)

La función de esta faja es transportar el producto de las Chancadoras Secundarias (292400-CR-001/002) y transferirlo a la faja transferencia recirculación chancado secundario (292400-CV-005) a razón de 2,821.34 t/h a través del chute de descarga (292400-CH-009) la cual tiene dos interruptores por alto nivel, al activarse dichos interruptores mandan señal a la lógica de control para detener automáticamente la faja transferencia descarga chancadora secundaria (292400-CV-003).

Faja transferencia descarga chancadora secundaria, mide 132.55 m de largo por 1.37 m (54 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento de la faja es de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 3,329.18 t/h y es accionado por un motor 298.28 kW (400 HP).

Estas fajas cuentan con:

- Pesómetros (292400-SL-001/002), proporcionan al operador de cuarto de control una lectura instantánea y un registro de masa total de la cantidad de mineral que está siendo transportado, esta es monitoreada y registrada en tendencias o históricos para el sistema de supervisión, cuyo propósito es el balance metalúrgico y control de procesos.
- El electromán (292400-SP-001) trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, evita que pasen elementos metálicos magnéticos.
- Detector de metales (292400-MD-001) trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, detecta las piezas metálicas que no fueron capturadas por el electroimán y a su vez detienen la faja transportadora.
- Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de alargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el sistema de control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

### Faja transferencia recirculación chancado secundario (292400-CV-005)

La función de esta faja transportadora es transportar el mineral recibido por la faja de transferencia descargas chancadoras secundarias (292400-CV-003) y descargarla en la faja transportadora alimentación planta chancado secundario (292300-CV-003).

Faja transferencia descarga chancadora secundaria, mide 21.8 m de largo y 1.37 m (54 pulg) de ancho, se desplaza a una velocidad de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 3,329.18 t/h y es accionado por un motor de 111.86 kW (150 HP).

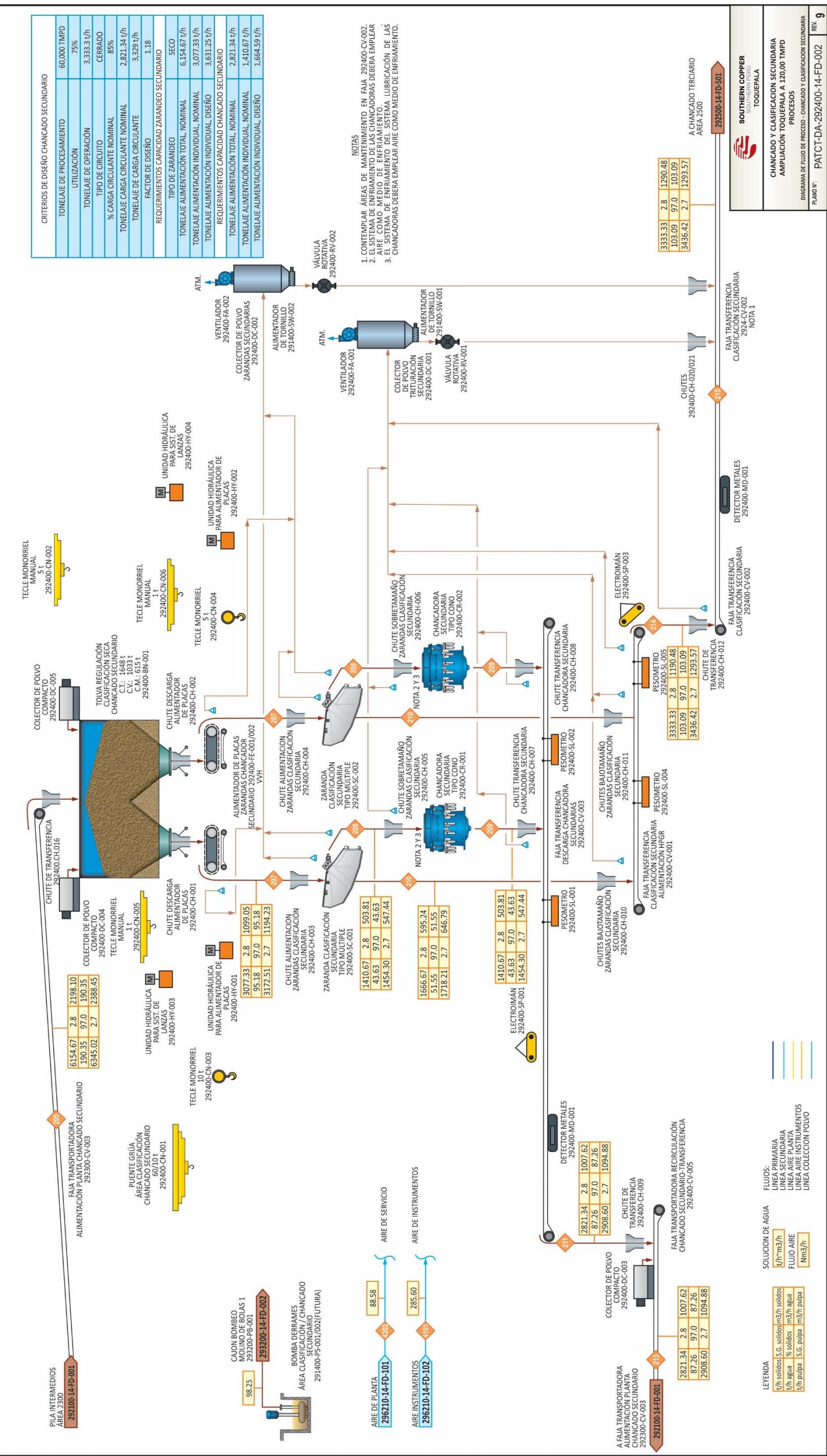
Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

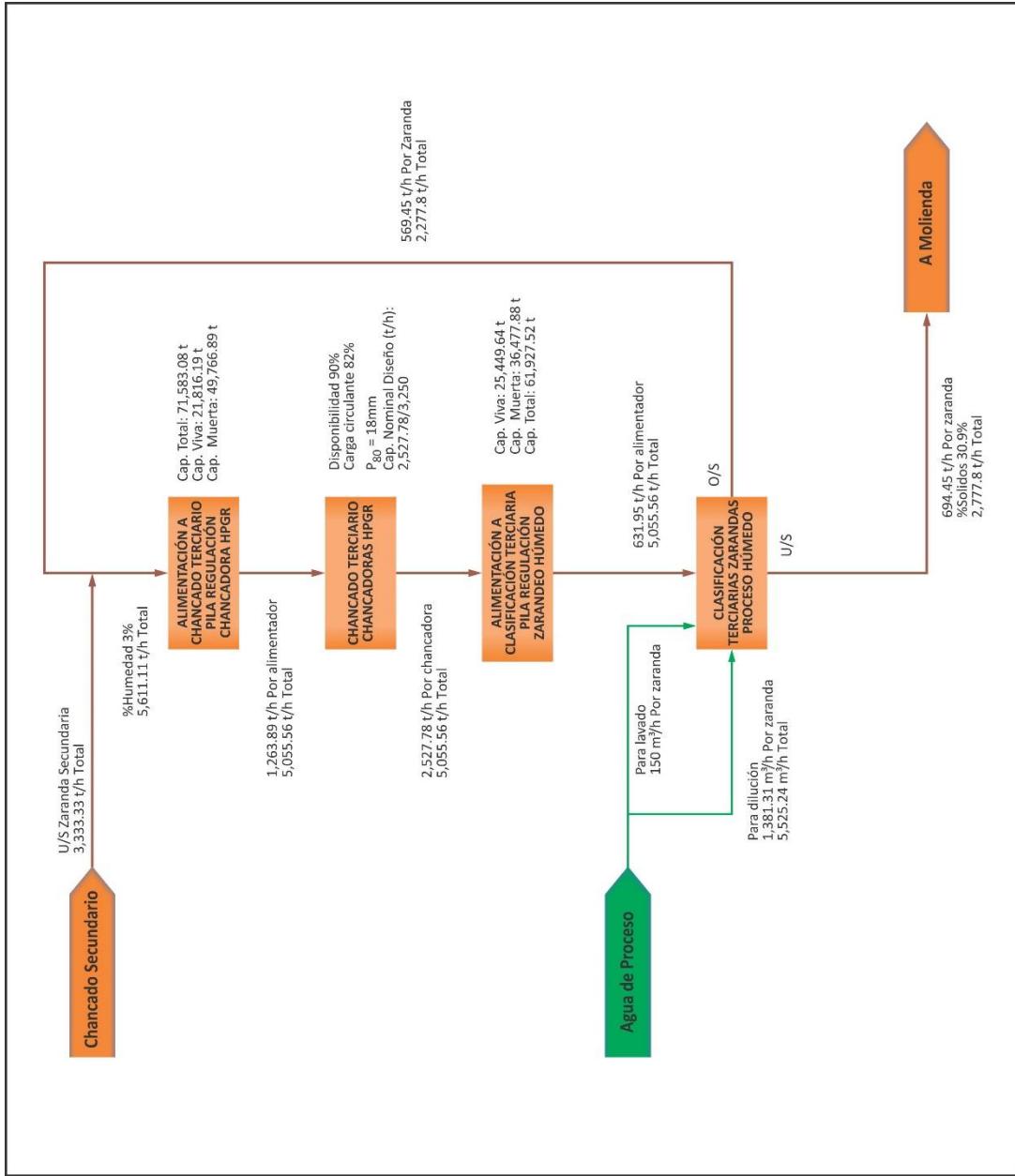
Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

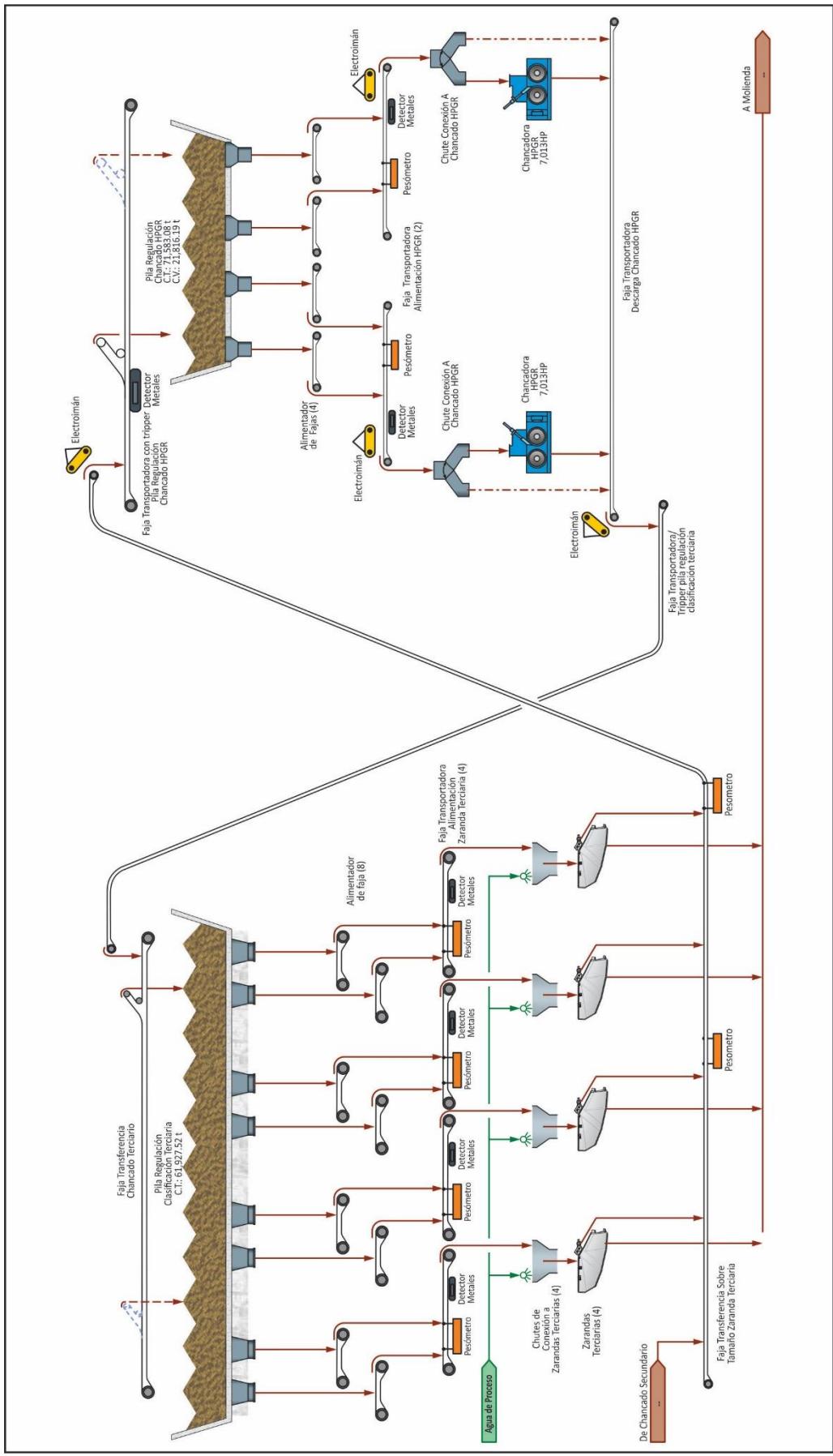
## Sub Área: 2300 - Planta de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



### 1.1.2. CIRCUITO DE CHANCADO TERCIARIO



**Figura N° 1.20. Diagrama de fases del circuito de chancado terciario**



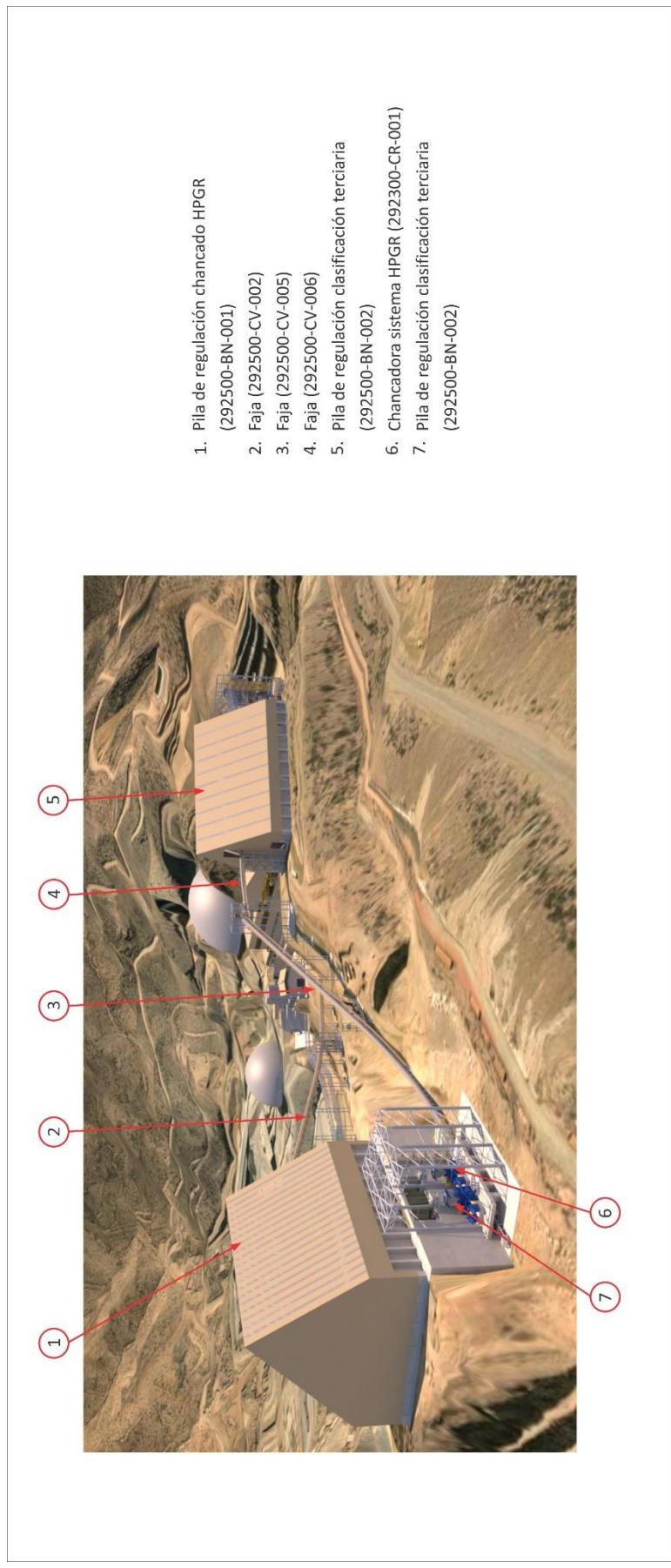
**Figura N° 1.21. Diagrama simplificado de la etapa de chancado terciario (Ref. PATCT-DA-292500-14-FD-501\_9, PATCT-DA-292500-14-FD-502\_9)**

### 1.1.2.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AL CIRCUITO DE CHANCADO TERCIARIO

#### Pila Regulación Chancado HPGR (292500-BN-001)

La pila de regulación chancado HPGR es alimentada a razón de 5,611.11 t/h por medio de la faja del tripper pila de regulación chancado HPGR (292500-CV-002). Esta faja transporta el flujo combinado proveniente de las descargas del sobre tamaño (oversize) de las zarandas terciarias y bajo tamaño (undersize) de las zarandas secundarias. La pila de regulación de chancado HPGR tiene una capacidad de carga viva de 21,816.19 t, una carga total de 71,583.08 t y la carga muerta es de 49,766.89 t.

El control de llenado de la pila regulación chancado HPGR se realiza mediante el desplazamiento de un tripper sobre la pila y por sensores de posición y nivel, distribuyendo la carga lo más uniformemente posible. Adicionalmente se cuenta con sensores de nivel con alarmas para los niveles Alto, Bajo, Bajo bajo, con el fin de indicar el nivel de llenado de la sección donde se encuentra posicionado el tripper. En la zona de descarga del tripper a la pila de regulación tendrá instalado un sistema supresor de polvo. (Ver **Figura N° 1.20**)



**Figura N° 1.22.** Vista 3D pila regulación chancado HPGR.



#### **Alimentadores de faja (292500-BF-001@004)**

La función de los alimentadores de faja, es extraer el mineral de la Pila Regulación Chancado HPGR a razón de 1,263.89 t/h por cada alimentador, a través de los chute de descarga pila regulación chancado HPGR (292500-CH-002@005), luego transferirlo a las fajas transportadoras de alimentación HPGR (292500-CV-003/004) por sus respectivos chutes de descarga (292500-CH-006@009) los cuales cuentan cada uno con un interruptor por alto nivel, al activarse cualquiera de dichos interruptores generan una alarma por alto nivel las cuales mandan señal a la lógica de control para detener automáticamente el alimentador de fajas (292500-BF-001@004) correspondientes.

Se tienen las lanzas corta flujo (292500-CH-006-1@009-1), estas se usan cuando se requiere realizar mantenimiento a alimentadores de faja y/o controlar el suministro de mineral al proceso. La operación del sistema de lanzas es por medio de las unidades hidráulicas 292500-HY-001 y 292500-HY-002.

Los alimentadores de faja (292500-BF-001@004), miden 7.8 m largo por 1.83 m (72 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento es de 0.43 m/s, con una capacidad de diseño de 3,261 t/h y es accionado por un motor de 150 kW (200 HP).

Los alimentadores de fajas (292500-BF-001@004) cuentan con un variador de velocidad cada uno, el cual es controlado por la señal del control de peso con la finalidad de mantener un peso óptimo en la cámara de alimentación a las chancadoras HPGR (292500-CR-001/002).

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

#### **Faja transportadora alimentación HPGR (292500-CV-003/004)**

La función de estas fajas es transportar el mineral recibidos por los alimentadores de fajas (292500-BF-001@004) y alimentar a cada uno de las chancadoras HPGR (292500-CR-001/002) a razón de 2,527.78 t/h a través de los chutes de descarga a HPGR (292500-CH-010/011), los cuales cuentan cada

uno con dos interruptores de nivel, al activarse dichos interruptores mandan señal a la lógica de control para activar las alarmas y detener automáticamente las fajas transportadoras alimentación HPGR correspondiente, también cuentan con un interruptor por alto nivel tipo microondas asociado a una alarma. Las fajas transportadoras alimentación HPGR, miden 46.2m largo por 1.37m (54pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento de la faja es de 3.1 m/s, con una capacidad de diseño de 3,248.0 t/h y accionada por un motor de 56.93 kW (75HP).

Estas fajas cuentan con:

- Pesómetros (292500-SL-003/004), proporcionan al operador de cuarto de control una lectura instantánea y un registro de masa total de la cantidad de mineral que está siendo descargado en las chancadoras HPGR.
- El electroimán (292500-SP-002/003) trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, evitan que pasen elementos magnéticos.
- Detector de metales (292500-MD-002/003) trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora (292500-CV-003/004), detectan las piezas metálicas que no fueron capturadas por el electroimán, en caso de ser activado el detector mandara una señal a su PLC, el cual se conecta con el PLC de la unidad hidráulica del chute de conexión a HPGR (292500-CH-012/013), accionando una cuchilla en el interior del chute, para desviar la carga hacia la faja de descarga chancado HPGR (292500-CV-005), cuando sean detectados metales en el mineral transportado.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el sistema de control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

Cuando se detiene la faja transportadora alimentación HPGR (292500-CV-003) se deben detener los alimentadores de fajas (292500-BF-001/002) y cuando se detiene la faja transportadora alimentación HPGR (292500-CV-004) se deben detener los alimentadores de fajas (292500-BF-003/004).

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria

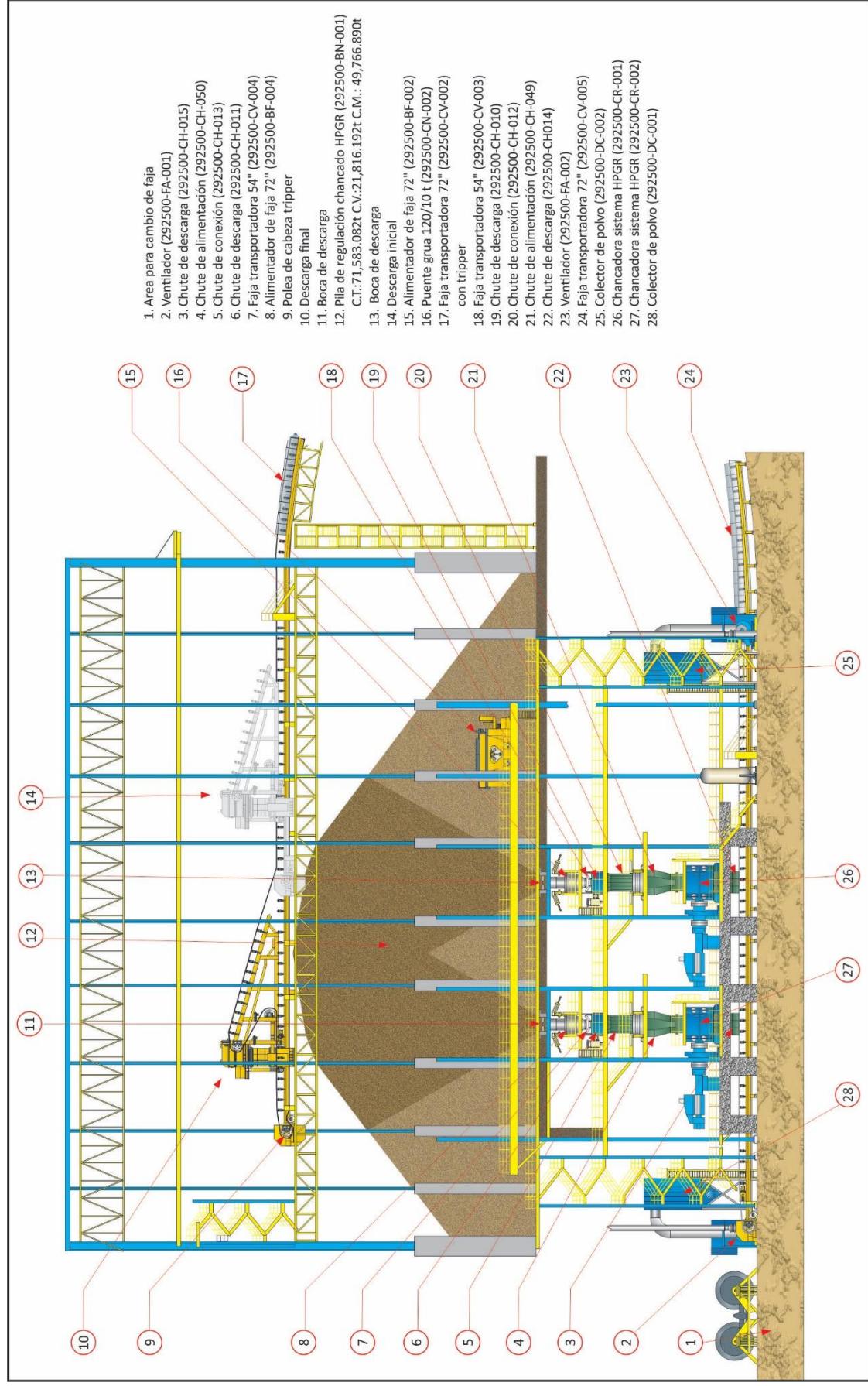


Figura N° 1.23. Vista lateral del edificio de la pila de regulación chancado HPGR y chancadora HPGR (Ref. PATCT-DA-292500-05-GA-502\_6)



**SOUTHERN COPPER**  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

## Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria

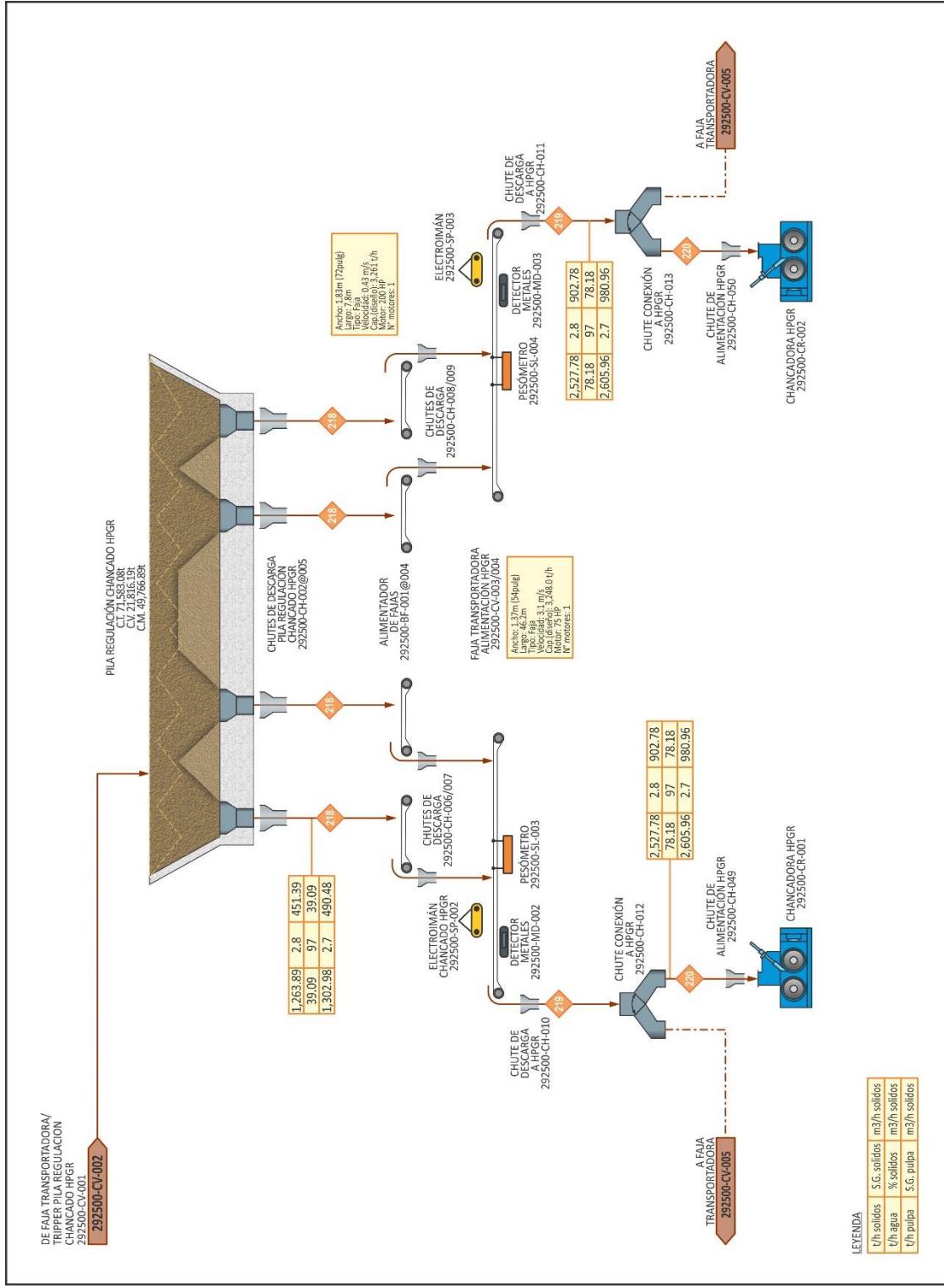


Figura N° 1.24. Diagrama de la disposición de alimentación a los HPGR (Ref. PATCT-DA-292500-14-FD-502-9)

### 1.1.2.2. REDUCCIÓN DE TAMAÑO EN CHANCADO TERCIARIO

#### Chancadoras HPGR (292500-CR-001/002)

El mineral transferidos por los alimentadores de fajas (292500-BF-001@004) a las faja transportadora alimentación HPGR (292500-CV-003/004), se descargan en cada chancadora HPGR (292500-CR-001/002) a través de los chutes conexión chancado HPGR (292500-CH-012/013) a razón de 2,527.78 t/h, estos chutes de conexión cuentan con una unidad hidráulica que acciona una cuchilla en el interior del chute, para desviar la carga cuando se detecten partes metálicas en el mineral.

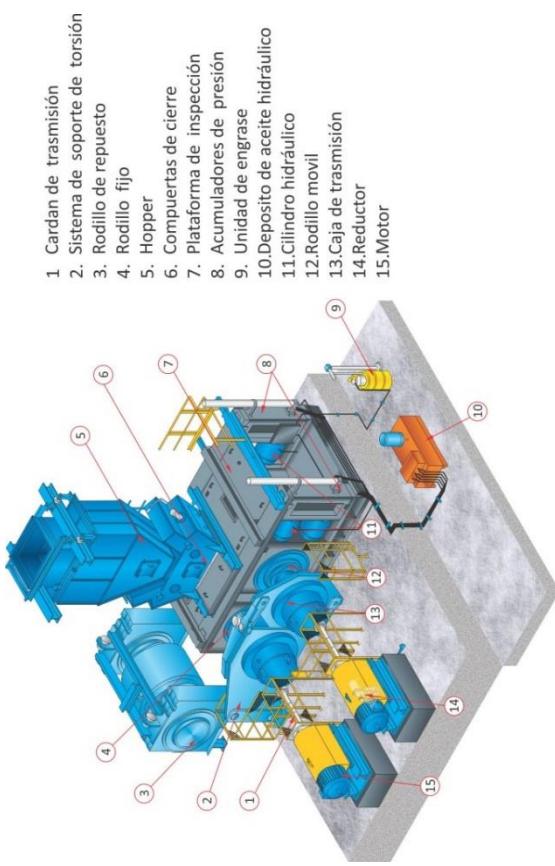
Las chancadoras HPGR reciben el mineral a través de los chutes de alimentación HPGR (292500-CH-049/050), los cuales cuentan con un control de peso cada uno, que mandan una señal a los variadores de velocidad de los alimentadores de faja (292500-BF-001@004) según corresponda, para mantener un peso de operación adecuado en los chutes de alimentación a la chancadora HPGR. El mineral es reducido desde un tamaño máximo de 50 mm a un producto de descarga  $P_{80}$  de 18 mm para ser almacenado en la pila regulación clasificación terciaria (292500-BN-002).

Las chancadoras HPGR cuentan con un interruptor por alto nivel en su propia tolva de alimentación (Hopper), que cuando se activa genera la alarma por alto nivel y manda una señal a los VDF's de los alimentadores de faja (292500-BF-001@004) para reducir la velocidad de alimentación de mineral o parar las fajas de alimentación correspondientes.

Las dimensiones del rodillo son de 2.4 m de diámetro y 1.650 m de ancho. Cada HPGR es accionada por dos motores de 2,650 kW (3,553.7 HP) cada uno. Tienen una capacidad de diseño de 3,261 t/h. Todos los HPGRs están provistos con controles accionados por VFD para ayudar a optimizar la producción.

La velocidad de giro de los rodillos constituye el principal control de la producción de los HPGRs. Mientras más lento giren los rodillos, mayor restricción al flujo y más mineral se acumula en la tolva de alimentación, lo que a su vez causa la desaceleración de los alimentadores, caso contrario, a mayor velocidad de los rodillos, menor restricción al flujo, bajan los niveles en la tolva de alimentación, aumenta la velocidad de los alimentadores e incrementa la producción de los HPGRs. Adicionalmente existen variables como: el torque, la potencia y la presión de los rodillos en operación pueden afectar el tonelaje tratado por estos equipos.

Todas las alarmas por temperatura, presión, torque alto y desalineamiento de los rodillos detienen el funcionamiento de los HPGRs.  
Cuando se para la chancadora HPGR (292500-CR-001/002) se debe parar la faja transportadora HPGR (292500-CV-003/004).

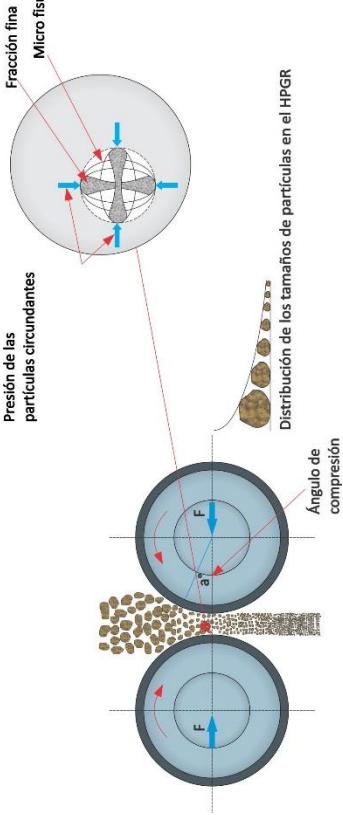


**Figura N° 1.25. Chancadora terciaria HPGR (Referencial)**

#### Funcionamiento del HPGR

El HPGR trabaja bajo presiones altas hasta obtener un producto triturado de 5 mm, nominalmente 65% pasante. El mineral producto de la trituración sale entre el par de los rodillos en forma de queque altamente compactado. Las fuerzas requeridas de trituración son generadas por un sistema hidráulico y son transferidas al rodillo por medio de los cilindros hidráulicos, la presión es aplicada solo a uno de los rodillos mediante un sistema hidroneumático, mientras que el otro se mantiene en posición fija dentro del marco.

El principio básico del HPGR es la trituración entre partículas que se logra cuando se aplica una presión constante a una cama de mineral formada entre los rodillos, compactándola a una densidad relativa mayor a 85%. (Ver **Figura N° 1.26**). (Ver **Figura N° 1.27**).



**Figura N° 1.26. Principio del HPGR**

La alimentación es dirigida al espacio generado entre los dos rodillos de tal manera que la cámara se mantenga constantemente llena. El mineral es triturado por un mecanismo de trituración entre partículas, donde las partículas de mayor tamaño a la apertura de operación son arrastradas por fricción. Las presiones aplicadas en el gap de operación pueden variar entre 500 y 2,500 bar. (Ver **Figura N° 1.27**)

El sistema de alimentación mantiene la cámara de trituración llena, lo cual es un requisito indispensable para la correcta operación de los rodillos. La alimentación del HPGR está equipada con una tolva de alimentación (llamado hopper), compuesta de paredes revestidas inclinadas y rectas, alojada sobre un sistema de celda de carga.

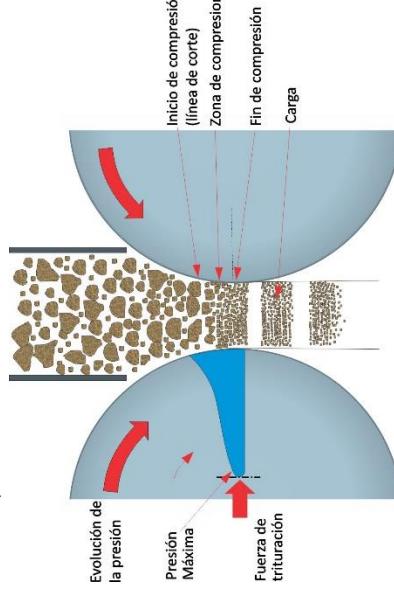
El peso del mineral del hopper es registrado por el sistema de celda de carga y es enviado como señal para la regulación del nivel de llenado del hopper, manteniendo un nivel de llenado constante, el que se consigue modificando la velocidad de los rodillos, además de contar con un control de nivel de llenado para evitar el rebote del hopper.

Durante la operación del HPGR se controla:

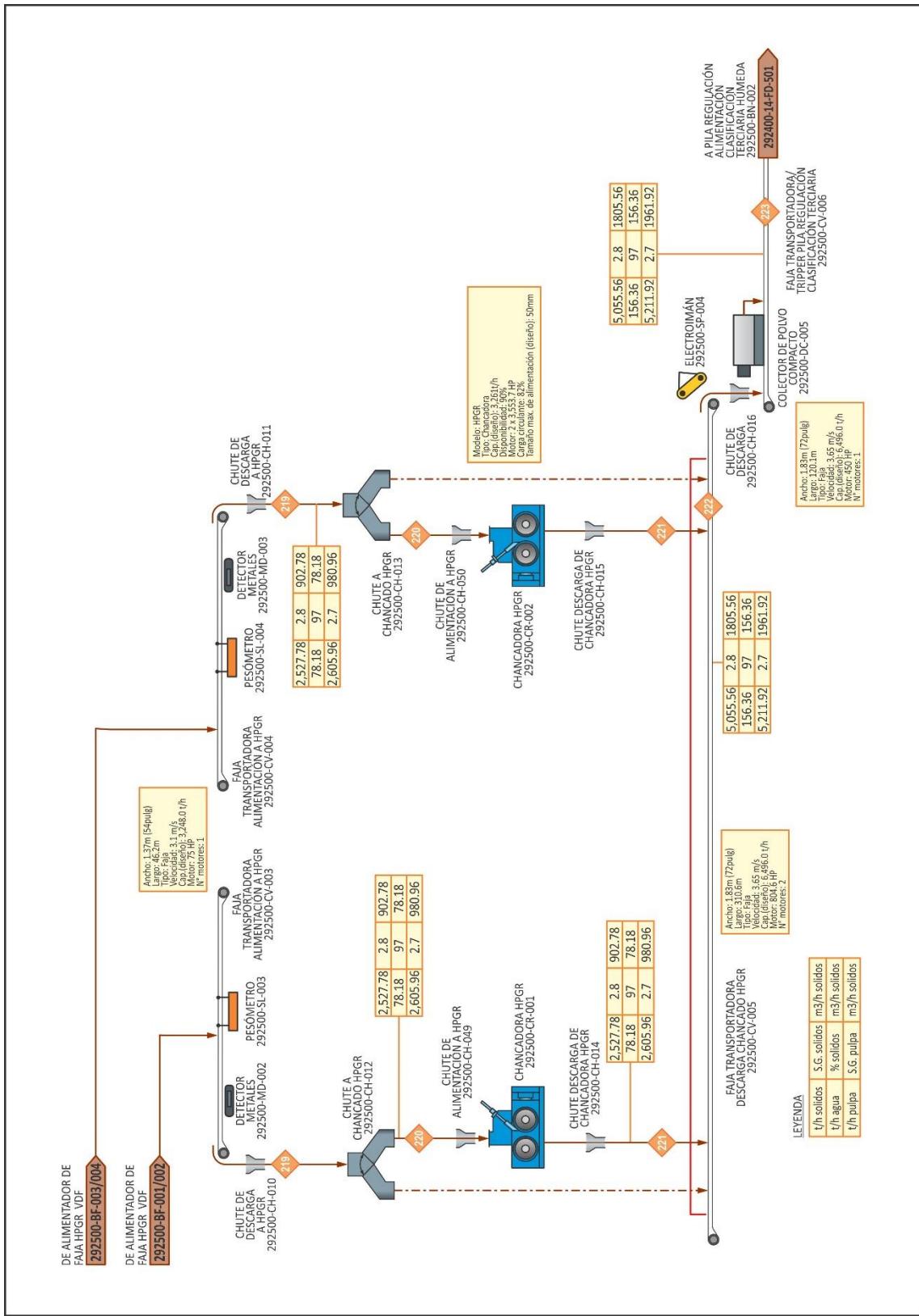
- El accionamiento.
- El tonelaje de alimentación
- La descarga del mineral
- El sistema hidráulico.
- El sistema de engrase.
- En caso de fallar uno de los componentes el HPGR se detendrá.

Los rodillos se accionan de forma sincronizada a velocidad constante o variable, con motores de corriente continua o motores de frecuencia controlada a través de reductores planetarios. La transmisión del momento de giro del motor al reduedor se da por medio de un eje articulado con un acoplamiento de seguridad. Estos rodillos presentan una superficie de desgaste reemplazable que puede alcanzar una vida útil de 4,000 hasta 8,000 horas en minerales duros y abrasivos.

El sistema motriz está equipado con un variador de velocidad que se puede adaptar a los requerimientos o cambios de las características del mineral. El equipo presenta un sistema de lectura de recorrido, el que consta de un sensor de posición, que registra la posición respectiva del rodillo móvil y con ello el gap de operación.



**Figura N° 1.27. Fragmentación por compresión**



**Figura N° 1.28.** Diagramma de chancado en los HPGR (Ref. PATCT-DA-292500-14-FD-502

### Faja de descarga chancado HPGR (292500-CV-005)

La función de esta faja es recibir el mineral reducido producto de las chancadoras HPGR (292500-CR-001/002) a través de los chutes de descarga (292500-CH-014/015) a razón de 2,527.78 t/h por cada chancadora HPGR, y transferirlo a la faja del tripper pila regulación clasificación terciaria (292500-CV-006) a razón de 5,055.56 t/h a través del chute de descarga (292500-CH-016) el cual cuenta con dos interruptores de nivel. Al activarse dichos interruptores generan la alarma por alto nivel que manda señal a los VDF's de la faja de descarga chancado HPGR (292500-CV-005) para reducir la velocidad de alimentación de mineral o parar automáticamente la faja de acuerdo a la lógica de control que puede mandar a para las fajas transportadora alimentación HPGR (292500-CV-003/004) en caso necesario.

Además se agrega un sensor de nivel tipo microondas en el chute 292500-CH-016 el cual cuenta con un interruptor, asociado a una alarma por alto nivel en el chute.

La faja transportadora descarga chancado HPGR, mide 310.6 m de largo por 1.83 m (72 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento es de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 6,496.0 t/h y es accionado por dos motores de 600 kW cada uno.

Esta faja cuenta con:

- El electromán (292500-SP-004) trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, evitan que pasen elementos metálicos.
- Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de atargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de posición de tripper
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.
- Interruptores de alto nivel en el chute de descarga del tripper
- Interruptores de desalineamiento del tripper.
- Interruptores de palanca de tripper

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.  
 Cuando se para la faja de descarga chancado HPGR (292500-CV-005) se deben parar las chancadoras sistema HPGR (292500-CR-001/002).

### Faja del tripper pila regulación clasificación terciaria (292500-CV-006)

La función de esta faja es transportar el mineral recibido de la faja de descarga chancado HPGR (292500-CV-005) a razón de 5,055.56 t/h y descargarlo en la pila regulación clasificación terciaria (292500-BN-002). El mineral es distribuido a lo largo de toda la pila de regulación por un tripper (292500-CV-006C) integrado en la faja transportadora.

Esta faja, mide 120.1 m de largo por 1.83 m (72 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento es de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 6,496.0 t/h y es accionado por un motor de 335.57 kW (450 HP).

El tripper es un paquete independiente cuenta con dos motores de 22.9 kW (40 HP), esta enlazado con el sistema de control de la faja (292500-CV-006). Además cuenta con interruptores de posición para realizar la descarga del mineral en ocho puntos diferentes. El tripper se puede mover hacia adelante o reversa según las órdenes del operador en el sistema de control.

Esta faja cuenta con:

- Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de atargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de posición de tripper
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.
- Interruptores de alto nivel en el chute de descarga del tripper
- Interruptores de desalineamiento del tripper.
- Interruptores de palanca de tripper

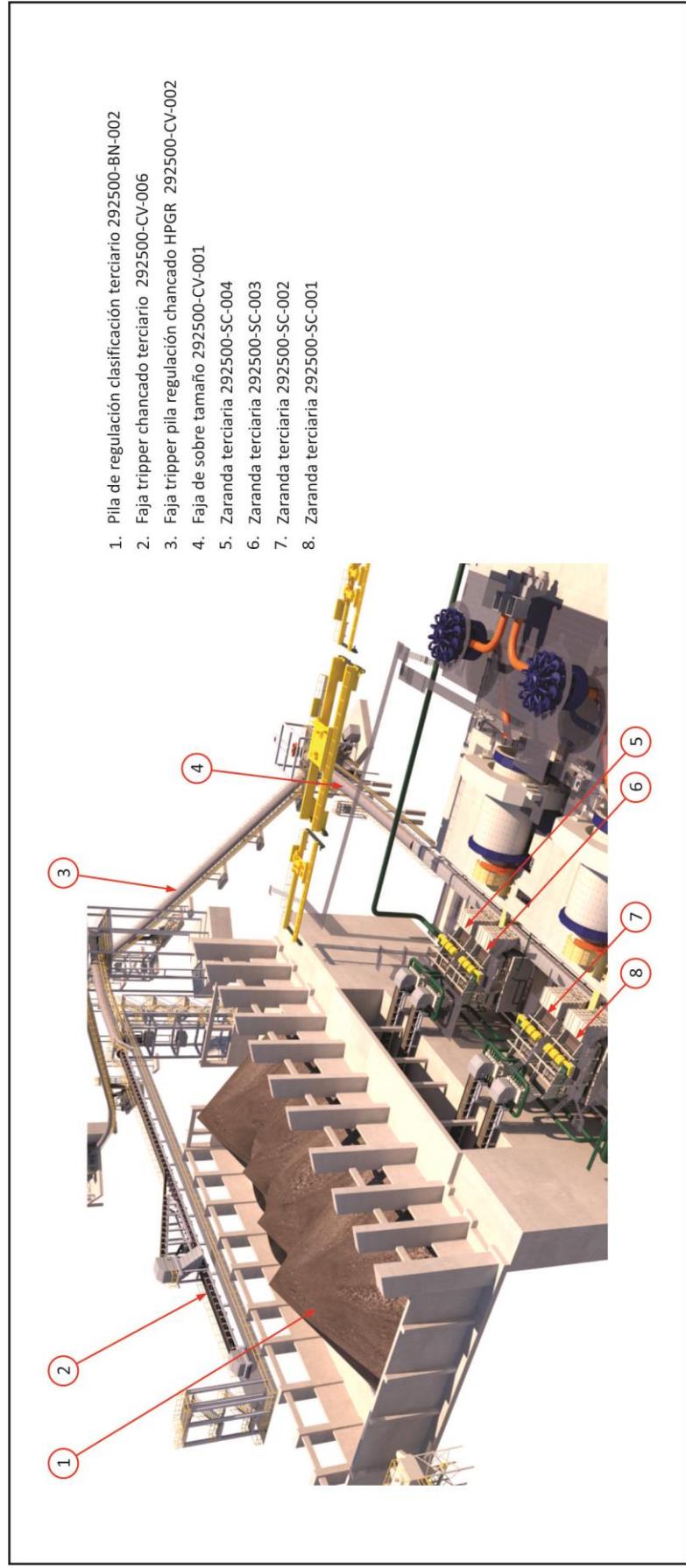
Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

### 1.1.2.3. CLASIFICACIÓN CON ZARANDAS TERCIARIAS

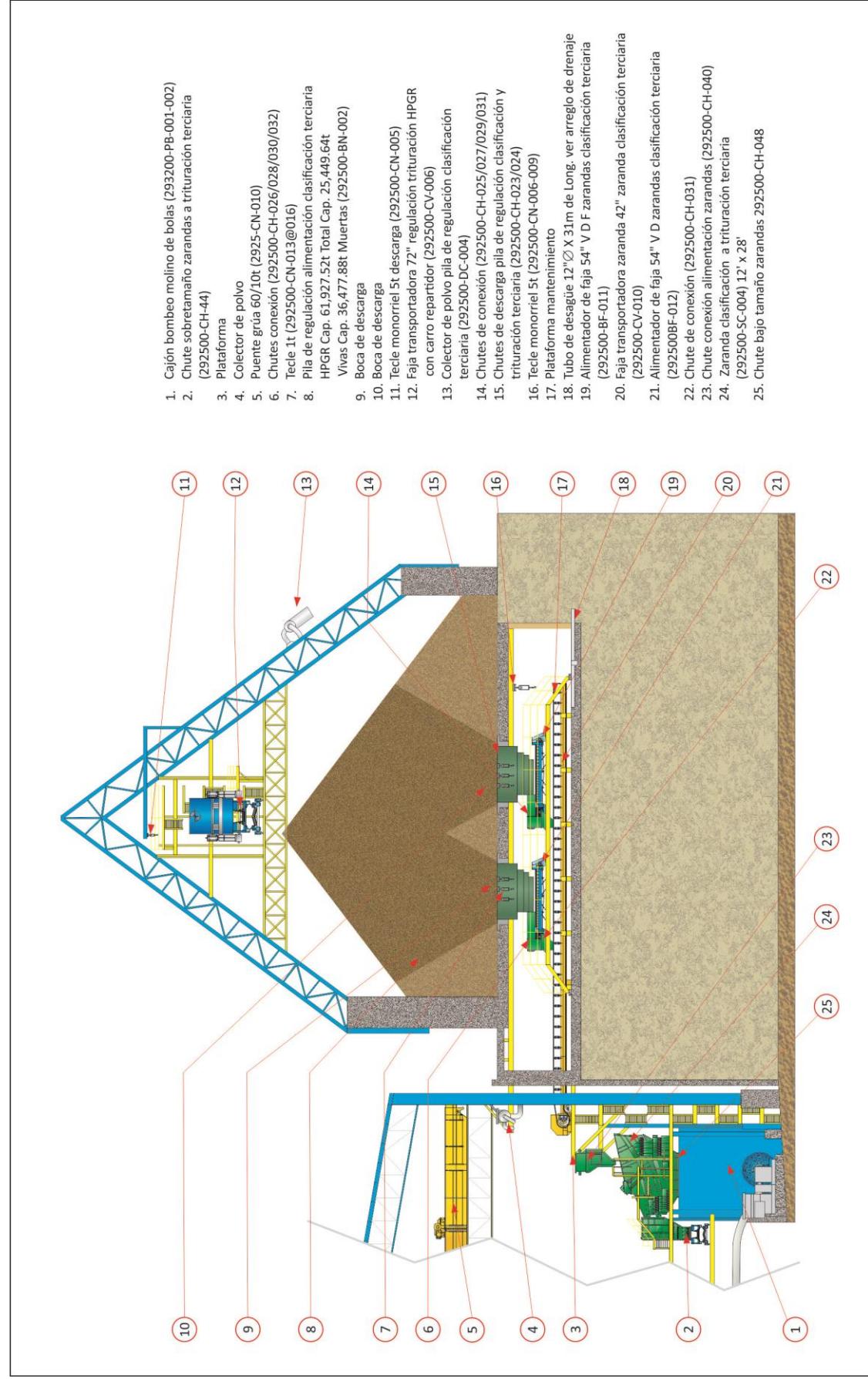
#### Pila regulación clasificación terciaria (292500-BN-002)

La pila regulación clasificación terciaria tiene una capacidad de carga viva de 25,449.64 t. La carga total de la pila de regulación es de 61,927.52 y la carga muerta es de 36,477.88 t. La pila regulación clasificación terciaria, es alimentada por medio de la faja del tripper pila regulación clasificación terciaria (292500-CV-006) y se distribuye a lo largo de la Pila con un flujo de 5,055.56 t/h.

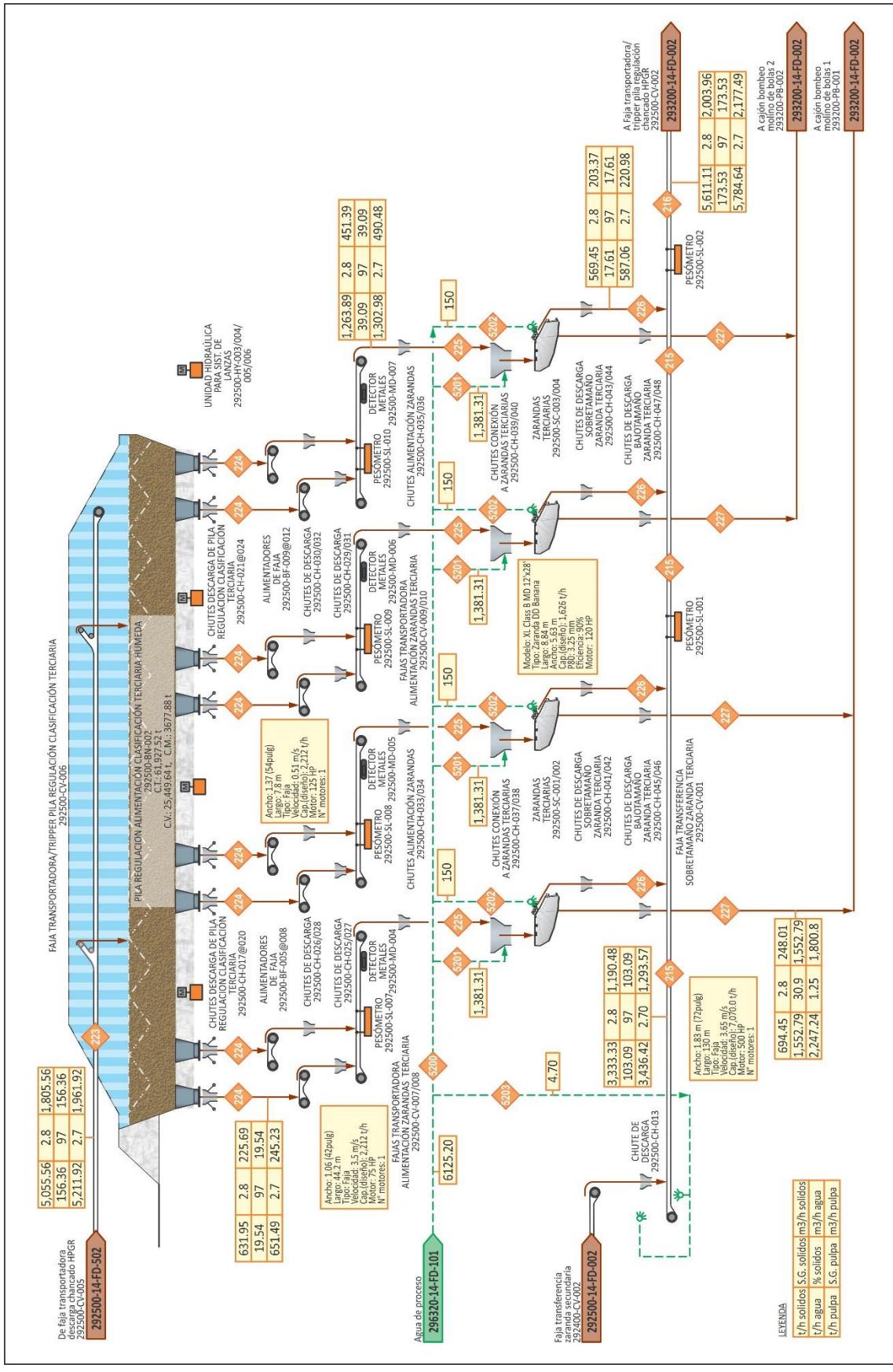
Esta pila, cuenta con ocho indicadores transmisores de nivel que envían señal para generar las alarmas de alto nivel y por bajo nivel, estas alarmas son solo indicativas y se despliegan en el Sistema de control.



**Figura N° 1.29.** Vista 3D de la pila de regulación clasificación terciaria.



**Fotografía N° 1-30.** Vista lateral del edificio de la pila de reutilización clasificación terciaria V zaranda terciaria (Ref. PATCT-DA-292500-05-GA-514-6)



**Figura N° 1.31.** Diagrama de flujo de zanadas terciarias (PATCT-DA-292500-14-FD-5019)

### Alimentadores de Faja (292500-BF-005@012)

La función de los alimentadores de faja, es extraer el mineral de la pila regulación clasificación terciaria a razón de 631.95 t/h por cada alimentador.

Se tienen las lanzas corta flujo (292300-CH-013-1@016-1), estas se usan cuando se requiere realizar mantenimiento a alimentadores de placa y/o controlar el suministro de mineral al proceso. La operación del sistema de lanzas es por medio de las unidades hidráulicas 292500-HY-003@006).

El mineral extraido por los alimentadores de faja, es descargado en las fajas transportadoras de alimentación zaranda terciaria (292500-CV-007@010) por medio de los chutes de descarga (292500-CH-025@032) los cuales cuentan cada uno con un interruptor por alto nivel, Al activarse cualquiera de dichos interruptores generan una alarma por alto nivel las cuales mandan señal a la lógica de control para parar automáticamente el alimentador de faja (292500-BF-005@012) correspondiente.

El mineral es distribuido de la siguiente manera: Los alimentadores de faja (292500-BF-005/006), descargan a la faja transportadora (292500-CV-007), los alimentadores de faja (292500-BF-007/008), descargan a la faja transportadora (292500-CV-008), los alimentadores de faja (292500-BF-009/010), descargan a la faja transportadora (292500-CV-009) y los alimentadores de faja (292500-BF-011/012), descargan a la faja transportadora (292500-CV-010) por medio de sus chutes correspondientes.

Cada alimentador de fajas, cuenta con un variador de velocidad el cual es controlado por la señal del control de nivel según corresponda, con la finalidad de mantener un nivel de operación adecuado, en la succión de las bombas alimentación a batería de hidrociclones 1 y 2 (293200-PP-001/002).

Los transmisores de nivel se encuentran en los cajones de bombeo de los molinos de bolas 1 y 2 (293200-PB-001/002).

Los variadores de velocidad también se encuentran conectados a la lógica de control de las fajas transportadoras 292500-CV-007@010 según corresponda.

Los alimentadores de faja tienen 7.8 m longitud por 54 pulg de ancho, se desplazan a una velocidad de 0.51 m/s, tienen una capacidad de diseño de 2,212 t/h. Los motores de los alimentadores de faja son de 93.25 kW (125 HP).

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de pato de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

Cada alimentador de faja cuenta con un reductor de velocidad equipado con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Alarmas de alta temperatura.
- Alarmas por alta vibración.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

### Faja Transportadora Alimentación Zaranda Terciaria (292500-CV-007@010)

Las Fajas Transportadoras Alimentación Zaranda Terciaria, manejan un flujo de mineral a razón de 1,263.89 t/h cada una y lo descargan hacia la alimentación de las zarandas terciarias (292500-SC-001@004), por medio de los chutes de alimentación zaranda terciaria (292500-CH-033@036), los cuales cuentan cada uno con dos lazos de control de nivel integrados, cada uno por un elemento primario, un interruptor por alto nivel y una alarma por alto nivel. De los dos elementos primarios que se tienen en cada uno de los chutes de alimentación, uno es de tipo Tilt Switch y el otro es de tipo Inductivo. Al activarse cualquiera de los interruptores por alto nivel, genera una alarma, la cual manda una señal a la lógica de control para parar automáticamente la faja transportadora Alimentación Zaranda Terciaria correspondiente.

En los chutes de conexión a zarandas terciarias (292500-CH-037@040) se adiciona agua de proceso al mineral, antes de que se alimente a las zarandas terciarias (292500-SC-001@004), el flujo de agua adicionado está en función de la cantidad de mineral descargado de cada una de las fajas, el flujo máximo de agua alimentada es de 1,381.31 m<sup>3</sup>/h.

Las fajas transportadoras (292500-CV-007@010), miden 44.2 m de largo por 1.066 m (42 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento de la faja es de 3.5 m/s, con una capacidad de diseño de 2,212.0 t/h y es accionado por un motor de 55.93 kW (75HP) c/u.

Estas fajas cuentan con:

- Pesómetros (292500-SL-007@010), proporcionan al operador de cuarto de control una lectura instantánea y un registro de masa total de la cantidad de mineral que está siendo transportado con cada faja, esta es monitoreada y registrada en tendencias o históricos para el sistema de supervisión, cuyo propósito es el balance metalúrgico y control de procesos.
- Detector de metales (292500-MD-004@007) trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, detectan las piezas metálicas y a su vez detienen la faja transportadora.



Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptores de ruptura de faja.
- Alarma de alta temperatura de poleas.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

#### **Zarandas terciarias (292500-SC-001@004)**

El proceso de zarandeo terciario es un proceso en húmedo donde se agrega agua al mineral en los chutes conexión a zarandas terciarias (292500-CH-037@040) antes de ser alimentado a las zarandas clasificación terciaria (292500-SC-001@004). El flujo de agua que se alimenta está relacionado con la cantidad de mineral alimentado, el flujo máximo de agua que se alimenta es de 1,381.31 m<sup>3</sup>/h a cada uno de los chutes de conexión a zarandas terciarias (292500-CH-037 al 292500-CH-040).

Adicionalmente las zarandas terciarias (292500-SC-001@004) cuentan cada una, con una alimentación de agua y un sistema de aspersores de agua para lavado del mineral grueso retenido en las camas de cribado. El flujo total que maneja cada una de las zarandas es de 2,834.3 t/h (pulpa).

La mezcla de mineral con agua (pulpa) entra a las zarandas terciaria (292500-SC-001@004), las cuales cuentan cada una con dos camas de cribado, en donde es separado en dos productos finos y gruesos.

Los finos son descargados por los chutes de descarga bajo tamaño zaranda terciaria (292500-CH-045@048) hacia los cajones de bombeo de molino de bolas No.1 y 2 según corresponda.

Los gruesos se descargan mediante los chutes de descarga sobre tamaño zaranda terciaria (292500-CH-041@044) en la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001) que maneja un flujo total de 5,611.11 t/h (toneladas secas).

Los chutes de descarga sobre tamaño de zarandas terciarias, cuentan cada uno con dos lazos de control de nivel, un interruptor por alto nivel y una alarma por alto nivel. Al activarse cualquiera de los interruptores por alto nivel, genera una alarma, la cual manda una señal a la lógica de control para detener automáticamente la zaranda terciaria (292500-SC-001@004) correspondiente.

Las zarandas terciarias modelo XL Class B MD, son de tipo doble deck multipendiente, de dimensiones 3,660 m de ancho x 8,540 m de largo (12' x 28'), con una capacidad de diseño de 1,626 t/h y un motor de accionamiento de 90

kW (120.7 HP), las aberturas de la malla del deck superior es de 12 mm y del deck inferior es de 5.5 mm, la eficiencia de clasificación es de 90 % con una carga circulante nominal de 82 %.

#### **Faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001)**

La función de esta faja, es transportar el flujo combinado del mineral recibido de la faja transferencia zaranda secundaria (292400-CV-002) y el mineral grueso (oversize) de las zarandas terciarias (292500-SC-001@004) a razón de 5,611.11 t/h y transferirlo a la faja del tripper pila de regulación chancado HPGR (292500-CV-002), por medio del chute de descarga (292500-CH-001), que cuenta con dos interruptores por alto nivel (uno de tipo tilt switch y otro ultrasónico), los cuales en caso de estar activado alguno de ellos, manda una señal a la lógica de control para parar automáticamente la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001) y activando su alarma correspondiente. Además este chute contara con un interruptor por alto nivel pero tipo microondas activando su alarma correspondiente.

Esta faja transportadora, mide 130m de largo por 1.83m (72 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento es de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 7,070 t/h y es accionado por un motor de 372.85 kW (500 HP).

Esta faja cuenta con:

Pesómetros (292500-SL-001/002), proporcionan al operador de cuarto de control una lectura instantánea y un registro de masa total de la cantidad de mineral que está siendo transportado por la faja, esta es monitoreada y registrada en tendencias o históricos para el sistema de supervisión, cuyo propósito es el balance metalúrgico y control de procesos.

El electroimán (292500-SP-001) trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001), evitan que pasen elementos metálicos magnéticos.

Un sistema de tensado por poleas el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de alargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptores de ruptura de faja.
- Interruptor por alta temperatura de faja.



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

## Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



Pionero por la Tecnología

La faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001) cuenta con un reductor de velocidad equipado con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Alarms de alta temperatura.
- Alarms por alta vibración.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

Cuando se para la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001) se deben parar las zarandas de clasificación chancado terciario (292500-SC-001/002/003/004) y la faja transferencia zaranda secundaria (292400-CV-002).

### Faja del tripper pila de regulación chancado HPGR (292500-CV-002)

La función de esta faja es transportar el mineral recibido de la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001) y descargarlo en la pila regulación chancado HPGR (292500-BN-001).

El mineral transportado por la faja transportadora tripper pila regulación chancado HPGR a razón de 5,611.11 t/h, se descarga por medio de un tripper con la finalidad de distribuir el mineral uniformemente a todo lo largo de la pila de regulación chancado HPGR (292500-BN-001).

Esta faja transportadora, mide 338.7 m de longitud por 1.83 m (72 pulg) de ancho, la velocidad de desplazamiento es de 3.65 m/s, con una capacidad de diseño de 7,070.0 t/h y es accionado por un motor de 1,864.26 kW (2,500 HP).

El tripper es un paquete independiente, cuenta con dos motores de 22.9 kW (40 HP), esta enlazado con el sistema de control de la faja transportadora (292500-CV-002). Además cuenta con interruptores de posición para realizar la descarga del mineral en cuatro puntos diferentes. El tripper se puede mover hacia adelante o reversa según las órdenes del operador en el sistema de control.

Esta faja cuenta con:

- Detector de metales (292500-MD-001), trabaja de forma autónoma, y debe arrancar antes de que entre en operación la faja transportadora, detectan las piezas metálicas que no fueron capturadas por el electroimán y a su vez detienen la faja transportadora.
- Un sistema de tensado por poleas, el cual general la tensión necesaria y compensa las variaciones de alargamiento en la faja.

Para la seguridad del personal y de las operaciones, la faja transportadora está equipada con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Interruptor de alta y baja posición de tensor gravitacional.
- Interruptores de posición de tripper.
- Interruptores de desalineamiento de faja.
- Interruptores o cordones de paro de emergencia.
- Interruptores de velocidad cero.
- Interruptor de ruptura de faja.

La faja del tripper pila de regulación chancado HPGR (292500-CV-002) cuenta con un reductor de velocidad equipado con dispositivos de protección, entre los principales tenemos:

- Alarms de alta temperatura.
- Alarms por alta vibración.

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

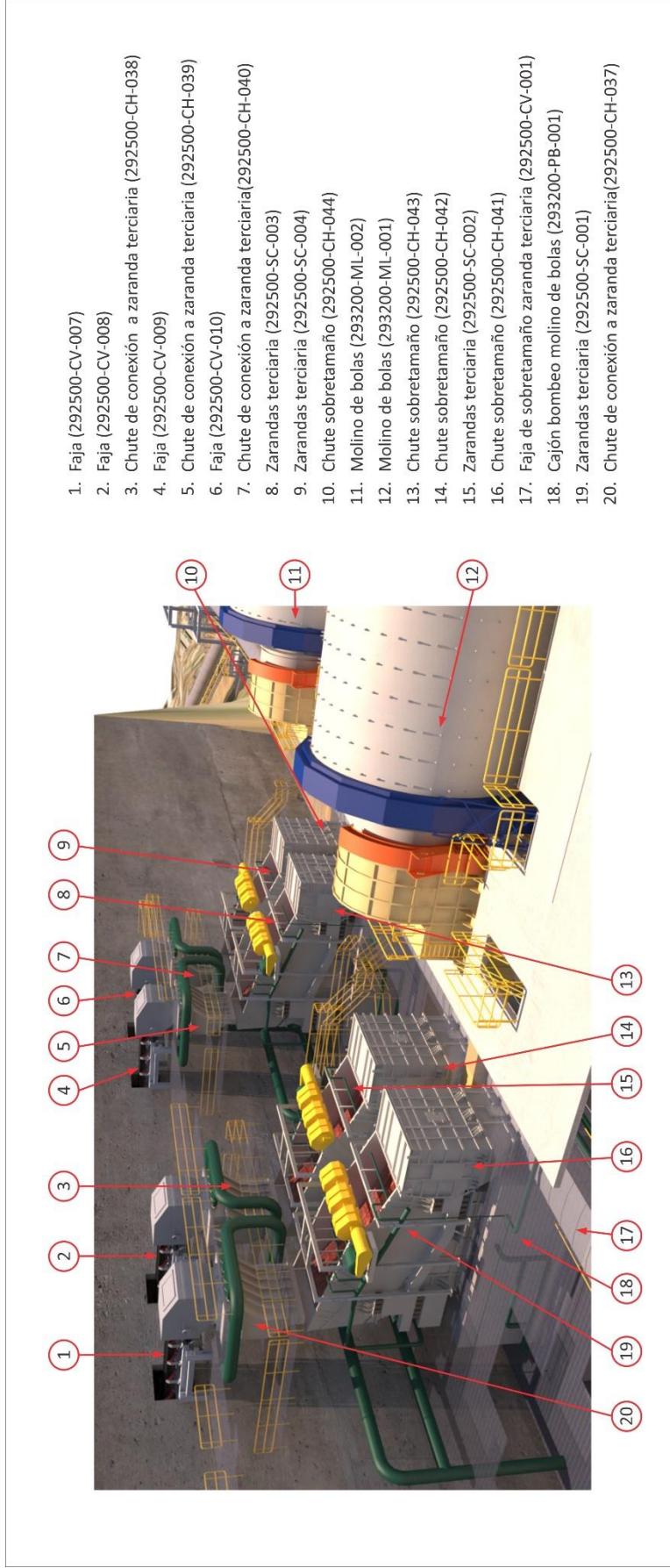
Cuando se para la faja del tripper pila de regulación chancado HPGR (292500-CV-002) se debe parar la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001).

Si cualquiera de los interruptores se activa en el Sistema de Control, deberá ejecutar su lógica para parar la faja transportadora correspondiente.

Cuando se para la faja de sobretamaño zaranda terciaria (292500-CV-001) se debe parar la faja del tripper pila de regulación chancado HPGR (292500-CV-002).

Asociado a los motores del tripper hay dos alarmas (una sonora y otra visual) XL-300, XA-300.

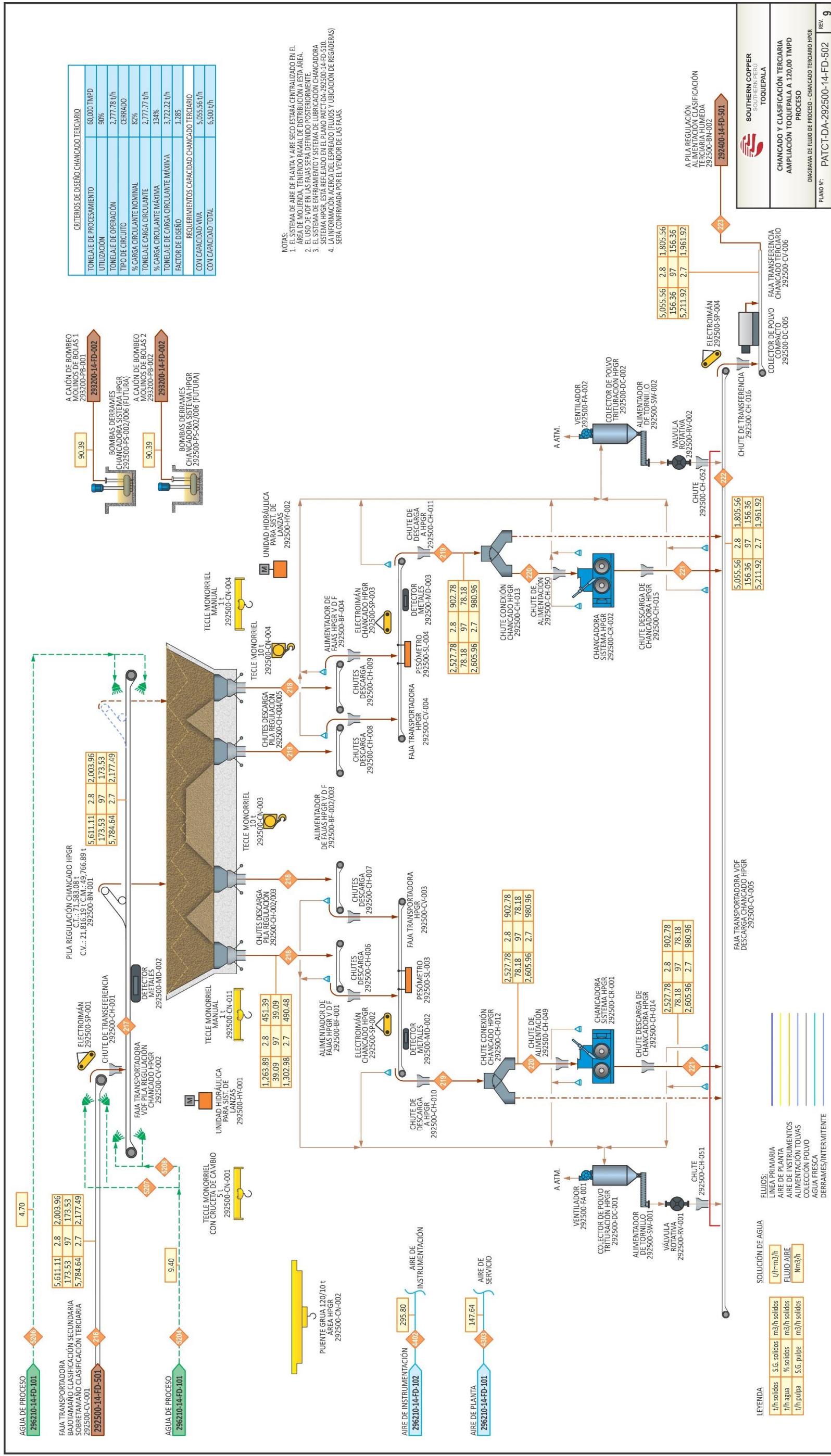
El tensor gravitacional de la faja (292500-CV-002) es operado por botonera (PB-382-SP/ST).



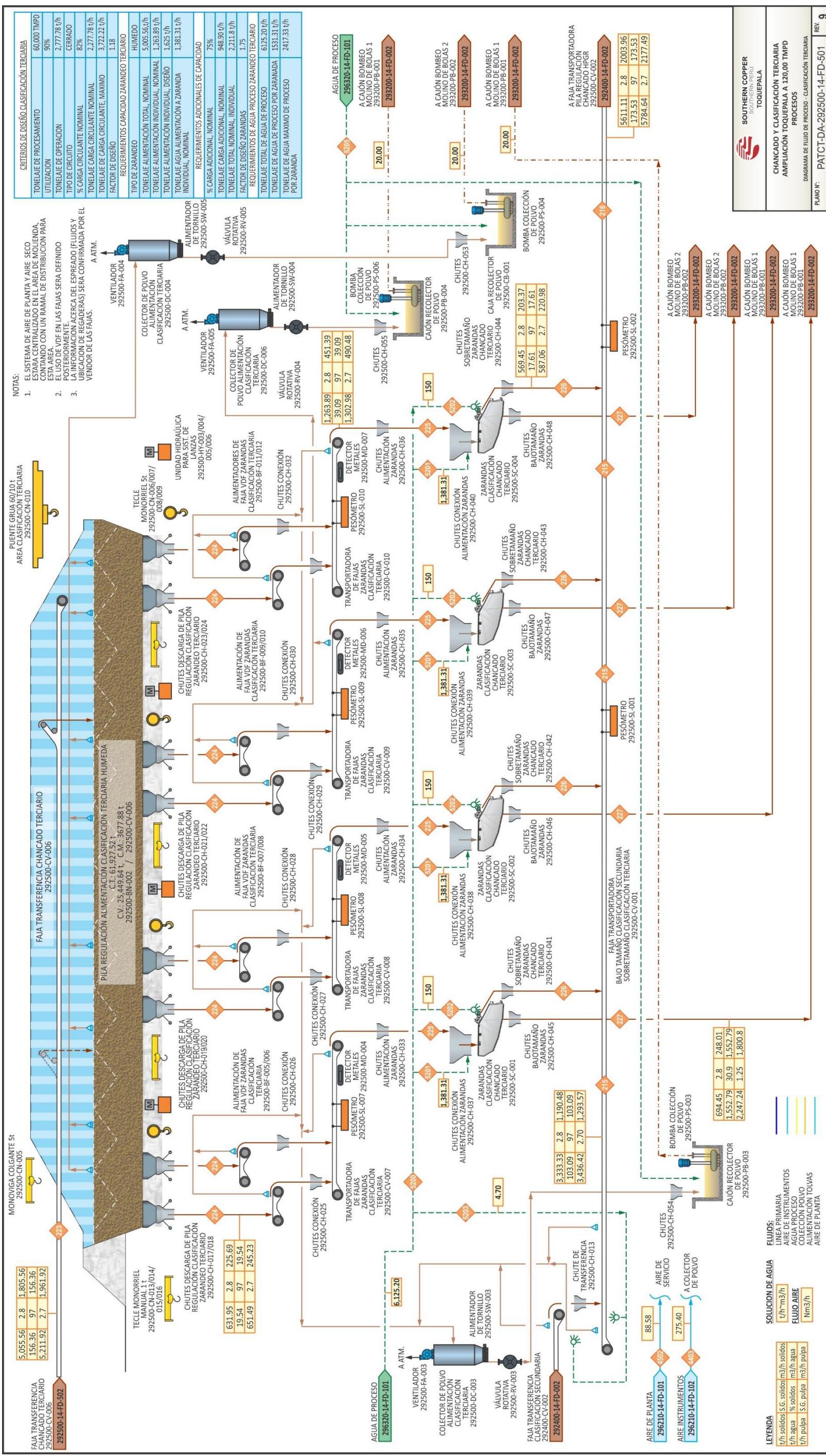
**Figura N° 1.32.** Vista 3d de las zarandas de clasificación chancado terciario.

*Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala*

*Sub Area: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria*



ԲԱԴՀԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ - ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

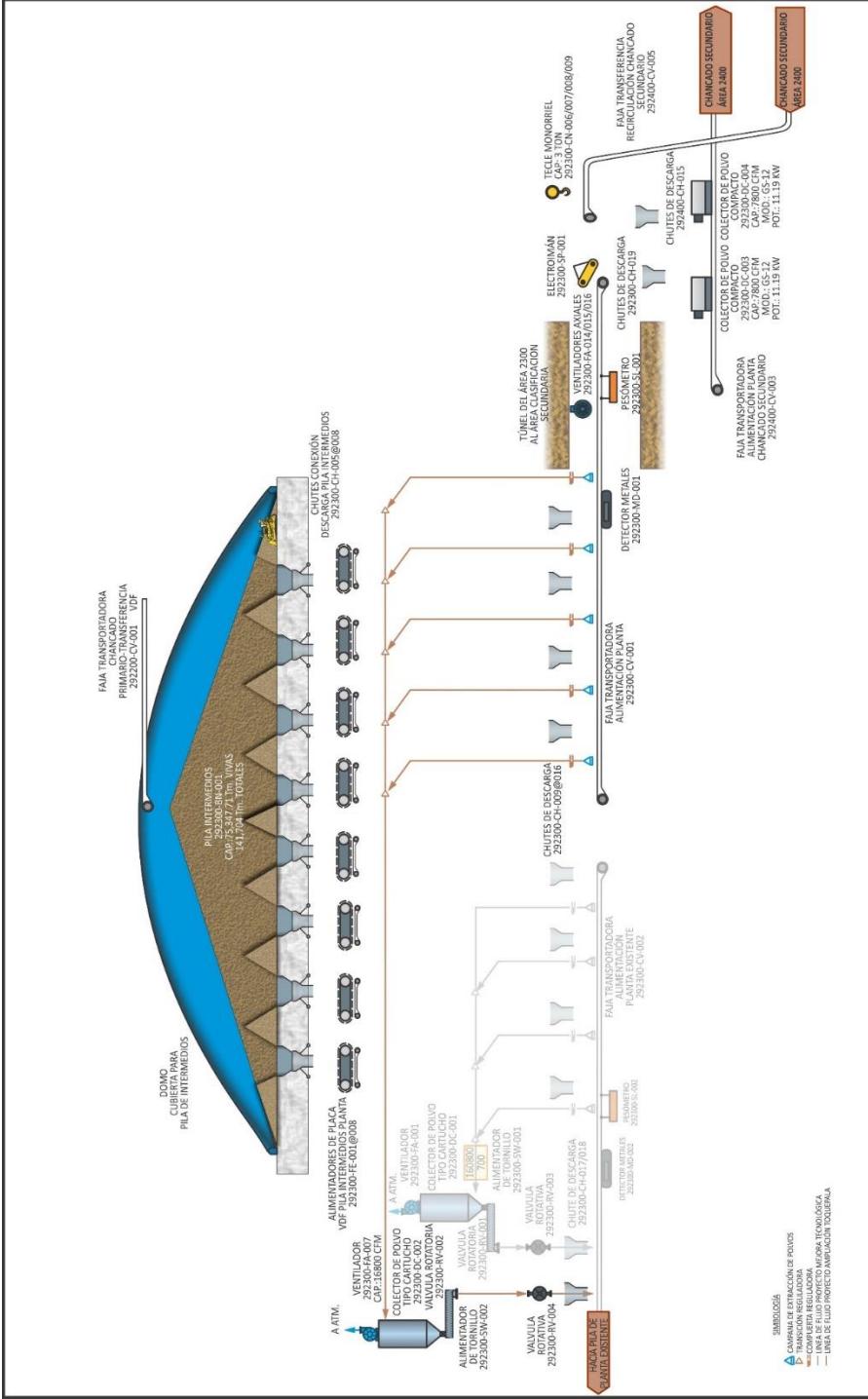


**Figura N° 1.34.** Diagrama del flujo de chancado terciario - clasificación zarandas terciarias (Ref. PATCT-DA-202500-14-FD-501 9)

### **1.1.3. SISTEMA DE CONTROL Y EMISIÓN DE POLVO DE CHANCADO SECUNDARIO Y TERCARIO**

A lo largo del proceso de chancado, existe una generación de partículas en suspensión (polvo), dadas principalmente en zonas donde hay transferencia de mineral. Los polvos producidos en cada transferencia y descarga de mineral desde los alimentadores de placas hacia las fajas de alimentación y de transporte, son captados por las campañas de succión.

Las campanas de succión están conectadas mediante ductos con un colector de polvo tipo cartucho montadas sobre las tolvas o pilas de almacenamiento, las zarandas, los alimentadores, las fajas de alimentación y de transporte. El polvo capturado por el colector es descargado en las tolvas o pilas almacenamiento y en la faja de transporte según corresponda. (Ver **Figura N° 1-35**)



**Figura N° 1.35.** Sistema colector de polvo Pila de intermedios (Ref. PATCI-DA-292-300-05-FD-501)

### Faja de Alimentación a Planta de Chancado Secundario (292300-CV-001)

Cuenta con cinco campanas de colección de polvos que están canalizadas por un ducto al colector de polvos tipo cartuchos (292300-DC-002), el cual está controlado por la lógica de control de la faja, el polvo recuperado es descargado a través de una válvula rotatoria (292300-RV-002) hacia el alimentador de tornillo (292300-SW-002) el cual descarga en la faja transportadora (292300-CV-002 Existente) a través del chute de descarga (292300-CH-018).

### Faja transportadora alimentación chancado secundario (292300-CV-003)

En los puntos de descarga de las fajas transportadoras (292300-CV-001 y 292400-CV-005) sobre la faja transportadora (292300-CV-003), se tienen dos colectores de polvo compactos (292300-DC-003/004) para evitar emisiones de polvo en el área y los cuales son controlados por la lógica de control de la faja.

### Tolva Regulación Chancado Secundario (292400-BN-001)

La tolva cuenta con dos colectores de polvo tipo compacto (292400-DC-004/005) que descargan el polvo colectado a la misma tolva de regulación 292400-BN-001.

### Alimentador de Placas (292400-FE-001/002)

Cada alimentador de placa (292400-FE-001/002) cuenta con una campana de colección de polvos que esta canalizada hacia el ramal de colección de polvos tipo cartucho(292400-DC-001/002) según corresponda.

### Zaranda Secundaria (292400-SC-001/002)

Estas zarandas cuentan con dos (2) campanas de extracción de polvos cada una, que están canalizadas hacia un cabezal principal del colector de polvos tipo cartuchos (292400-DC-002).

### Chancadora Secundaria (292400-CR-001/002)

En la descarga de cada chancadora (292400-CR-001/002) se cuenta con una campana de colección de polvos que esta canalizada hacia un cabezal principal del colector de polvos tipo cartucho (292400-DC-001).

### Faja Transferencia Bajo Tamaño Zaranda Secundaria (292400-CV-001)

Esta faja cuenta con tres campanas de colección de polvos que están canalizadas por un ducto al colector de polvos tipo cartucho (292400-DC-001), el cual está controlado por la lógica de control de la faja. El polvo recuperado en el colector de polvo tipo cartucho (292400-DC-001) es descargado a través de un alimentador de tornillo (292400-SW-001) que conduce el polvo hasta la faja transportadora (292400-CV-002), el polvo de la descarga del alimentador de tornillo pasa a través de una válvula rotatoria (292400-RV-001) y por el chute de descarga (292300-CH-020).

### Faja Transferencia Zaranda Secundaria (292400-CV-002)

En el punto de descarga de la faja (292400-CV-001) sobre la faja (292400-CV-002), se tiene una campana de colección de polvos, que está canalizada hacia el cabezal principal del colector de polvos tipo cartucho (292400-DC-001) y en la descarga de la faja (292400-CV-002) a la faja (292500-CV-001) se tiene otra campana de colección de polvos, la cual está canalizada hacia el cabezal principal del colector de polvos tipo cartucho (292500-DC-003).

### Faja Transportadora Recirculación Chancado Secundario-Transferencia (292400-CV-005)

En el punto de descarga de la faja (292400-CV-003) sobre la faja (292400-CV-005), se tiene un colector de polvo compacto (292400-DC-003) para evitar emisiones de polvo en el área y es controlado por la lógica de control de la faja.

### Alimentadores de faja (292500-BF-001@004)

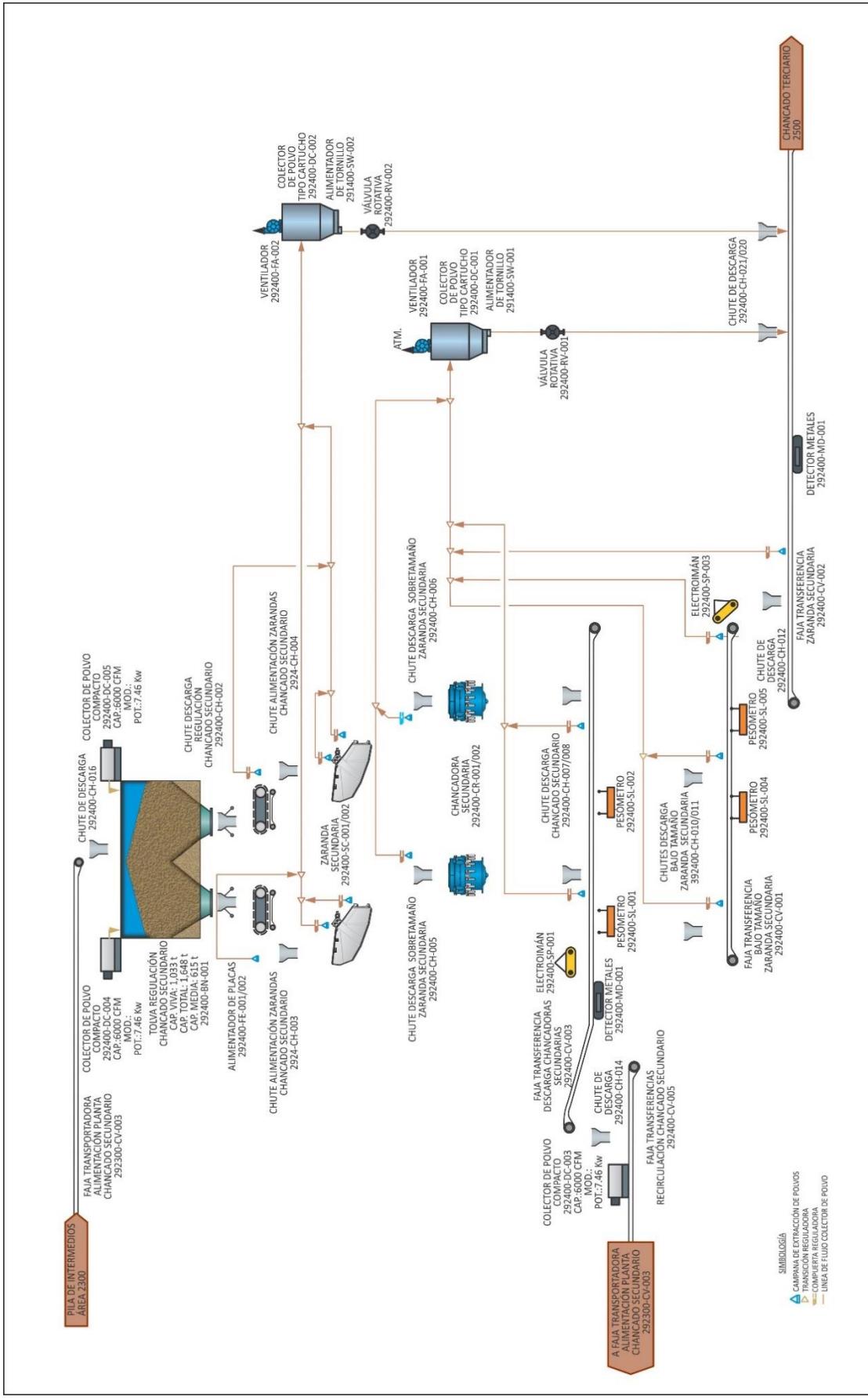
En el punto de alimentación a cada alimentador de faja (292400-CV-003) sobre la faja (292500-BF-001@004), se tiene una campana de colección de polvos que está canalizada por un ducto a los colectores de polvos tipo cartuchos (292500-DC-001/002) según corresponda, el cual está controlado por la lógica de control de la faja.

### Faja transportadora alimentación HPGR (292500-CV-003/004)

Las fajas transportadoras HPGR, cuentan cada una con una campana de colección de polvos que está canalizada por un ducto a los colectores de polvos de cartuchos (292500-DC-001/002) según corresponda, el cual está controlado por la lógica de control de la faja.

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

## Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria, 2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



**Figura N° 1.36. Sistema colector de polvo chancado secundario (Ref. PATCT-DA-292400-05-FD-501\_2)**

#### **Faja de descarga chancado HPGR (292500-CV-005)**

La faja (292500-CV-005) cuenta con cuatro campanas de colección de polvos, las cuales dos están canalizadas por un ducto al colector de polvo tipo cartuchos (292500-DC-001) y las otras dos al colector de polvo tipo cartucho (292500-DC-002), los cuales están controlados por la lógica de control de la faja (292500-CV-005).

El polvo recuperado en el colector de polvo (292500-DC-001) es descargado a través de un alimentador de tornillo (292500-SW-001) que conduce el polvo hasta la faja (292500-CV-005), el polvo de la descarga del alimentador de tornillo pasa a través de una válvula rotatoria (292500-RV-001) y por el chute 292500-CH-051.

El polvo recuperado en el colector de polvo (292500-DC-002) es descargado a través de un alimentador de tornillo (292500-SW-002) que conduce el polvo hasta la faja (292500-CV-005), el polvo de la descarga del alimentador de tornillo pasa a través de una válvula rotatoria (292500-RV-002) y por el chute 292500-CH-052.

#### **Faja del tripper pila regulación clasificación terciaria (292500-CV-006)**

En el punto de descarga de la faja (292500-CV-005) sobre la faja (292500-CV-006), se tiene un colector de polvo compacto (292500-DC-005) para evitar emisiones de polvo en el área y es controlado por la lógica de control de la faja (292500-CV-006).

#### **Faja de sobretamño zaranda terciaria (292500-CV-001)**

Cuenta con dos campanas de colección de polvos que están canalizadas por un ducto al colector de polvo tipo cartucho (292500-DC-003), el cual está controlado por la lógica de control de la faja.

El polvo recuperado es descargado a través de un alimentador de tornillo (292500-SW-003) el polvo de la descarga del alimentador de tornillo pasa a través de una válvula rotatoria (292500-RV-003) y por el chute 292500-CH-054 hacia el cajón recolector de polvo (292500-PB-003).

En el cajón colector de polvos (292500-PB-003) se agrega agua de proceso para hacer una pulpa con el polvo recuperado del colector de polvo (292500-DC-003) y poder bombearla hacia los cajones de bombeo de los molinos de bolas 1 y 2 (3200-PB-001/002).

La pulpa producto del polvo de mineral y agua en el cajón, se manda al cajón bombeo molino de bolas 1 con un flujo de 20.0 m<sup>3</sup>/h, por medio de la bomba centrífuga (292500-PS-003), que es operada por medio de motor eléctrico y está conectado a la lógica de control DCS.

#### **Pila Regulación Clasificación Terciaria (292500-BN-002)**

La Pila de Regulación (292500-BN-002) cuenta con ocho campanas de colección de polvos que están distribuidas a lo largo de la pila y se canalizan por medio de un ducto al colector de polvos tipo cartucho (292500-DC-004), el cual está controlado por la lógica de control de la faja (292500-CV-006). El polvo recuperado es descargado a través de un alimentador de tornillo (292500-SW-005), el polvo de la descarga del alimentador de tornillo pasa a través de una válvula rotatoria (292500-RV-004) y por el chute (292500-CH-055) hacia el cajón recolector de polvo 292500-CB-001. En el cajón colector de polvos se agrega agua de proceso para hacer una pulpa con el polvo recuperado del colector de polvo (292500-DC-004) y poder bombearla para integrarla nuevamente al proceso.

La pulpa producto del polvo de mineral y agua en el cajón, se manda al cajón bombeo molino de bolas 2 con un flujo de 20.0 m<sup>3</sup>/h, por medio de la bomba centrífuga (292500-PS-004), que es operada por medio de motor eléctrico y está conectado a la lógica de control DCS.

#### **Alimentadores de Faja (292500-BF-005@012)**

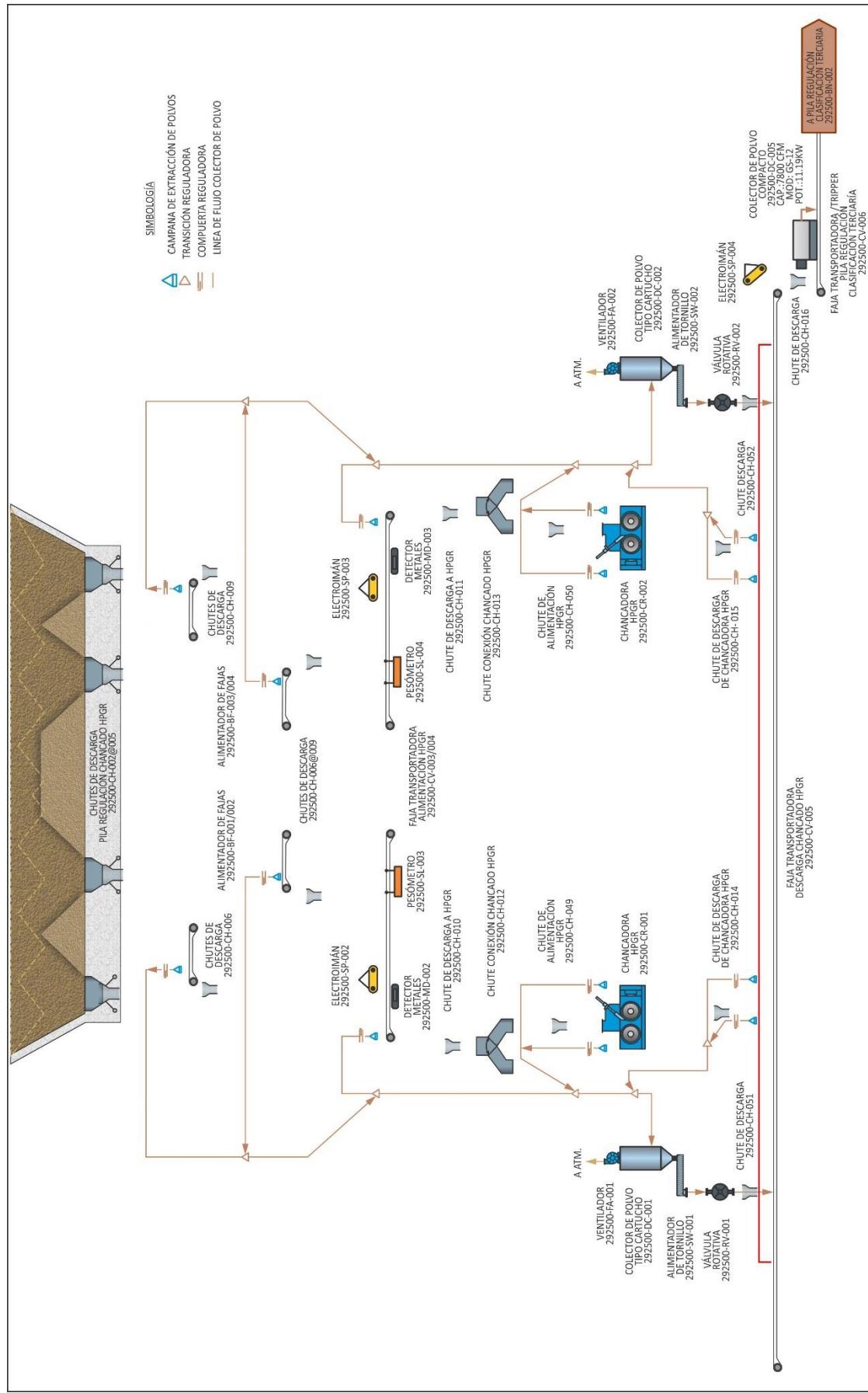
En los puntos de alimentación a cada alimentador de faja (292500-BF-005@012), se tiene una campana de colección de polvos que están canalizadas por un ducto al colector de polvo tipo cartucho (292500-DC-003) y colector de polvo (292500-DC-006), el cual está controlado por la lógica de control de cada uno de los equipos.

El colector de polvo tipo cartucho (292500-DC-003) recibirá el polvo colectado proveniente de las campanas extractoras de los alimentadores de faja (292500-BF-005@008) y el colector de polvo tipo cartucho (292500-DC-006) recibirá el polvo colectado proveniente de las campanas extractoras de los alimentadores de faja (292500-BF-009@012).

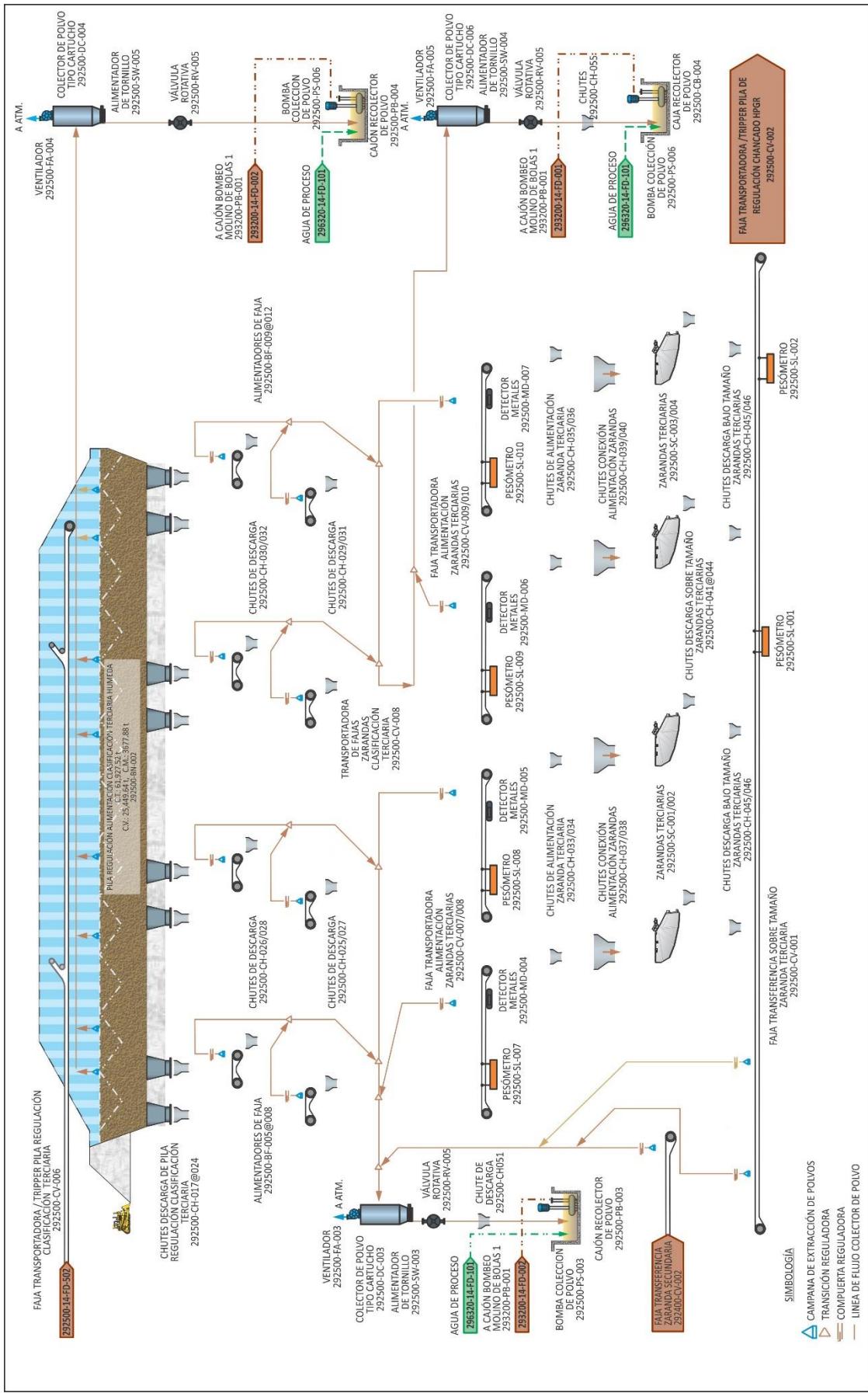
#### **Faja Transportadora Alimentación Zaranda Terciaria (292500-CV-007@010)**

Las fajas transportadoras alimentación zaranda terciaria (292500-CV-007@010) cuentan cada una con una campana de colección de polvos que están canalizadas por un ducto al colector de polvos (292500-DC-003) y colector de polvo (292500-DC-006), el cual está controlado por la lógica de control de la faja. (292500-CV-008).

El colector de polvo tipo cartucho (292500-DC-006) recibirá el polvo colectado proveniente de las campanas extractoras de la faja (292500-CV-009) y de la faja (292500-CV-010), el colector de polvo tipo cartucho (292500-DC-003) recibirá el polvo colectado proveniente de las campanas extractoras de la faja (292500-CV-007) y de la faja.



**Figura N° 1-37.** Sistema colector de polvo chancado HPGR (Ref. PATCT-DA-292500-05-FD-5014).



**Figura N° 1-38.** Sistema colector de polvo alimentación zarandas terciarias (Ref. PA/TCT-DA-292500-05-FD-5014)

#### 1.1.4. EQUIPOS AUXILIARES

##### Colectores de polvo compacto

En el área seca de la Planta Concentradora se tiene equipo utilitario como lo son los colectores de polvo, de éstos se tienen previstos seis colectores de polvo tipo compacto, cuya función es evitar la polución de mineral en fajas transportadoras y se encuentran ubicados sobre algunas fajas.

Cada colector cuenta con un PLC local que gobierna todas sus funciones de operación y su instrumentación periférica. Este podrá ser operado en forma local y remota.

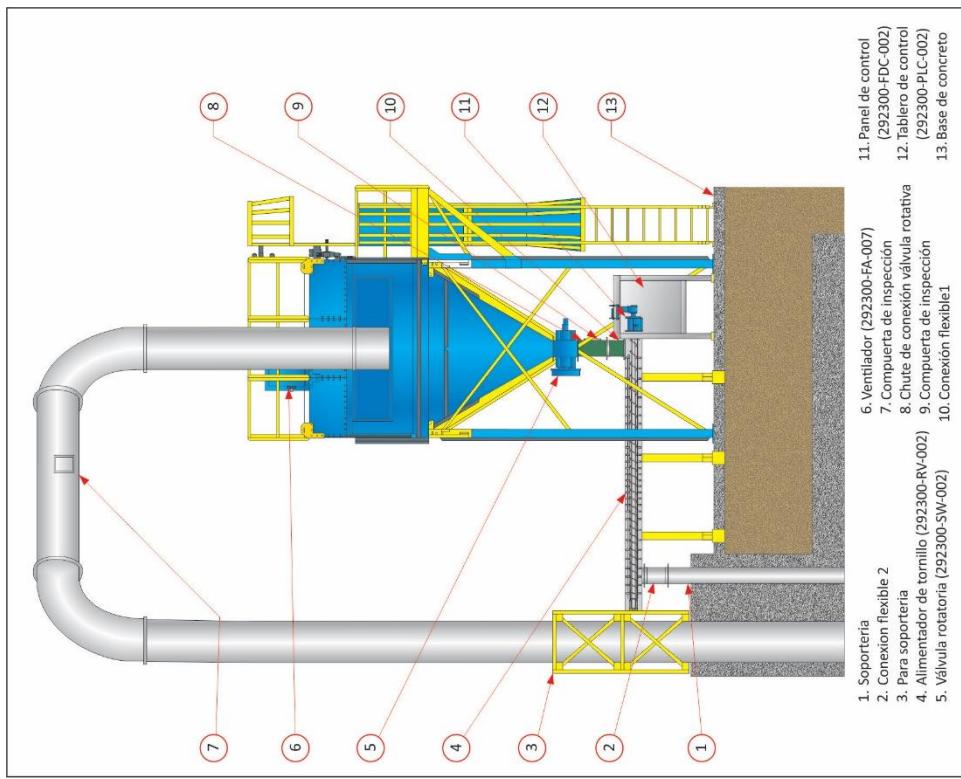
Si el colector de polvo compacto se detiene, no deberá parar la faja y/o el alimentador para el cual está sirviendo.

##### Colector de polvo tipo cartucho

Otros colectores de polvo con los que se cuenta en la planta, son los tipo Cartucho, éstos colectores tiene tres equipos auxiliares, Alimentador de Tornillo, Válvula Rotativa y Ventilador (la cantidad de éstos depende del tamaño del colector). Su función igual que la de los compactos, es evitar la polución de mineral en fajas transportadoras, alimentadores y puntos de transferencia de mineral, razón por la cual, sobre los equipos antes mencionados se encuentran distribuidas campanas de extracción. (Ver **Figura N° 1.39**)

Cada colector cuenta con un PLC local que gobierna todas sus funciones de operación de sus equipos auxiliares, así como del propio colector y su instrumentación periférica, de tal manera que éste podrá ser operado en forma local y remota, siendo la principal y de acuerdo a ésta filosofía, la operación remota desde el DCS, el modo local podrá ser habilitado a terreno, vía el protocolo de comunicación Profibus DP y mediante un permisivo desde el DCS y sólo para cuestiones de mantenimiento.

Si el colector de polvo tipo cartucho se detiene, no deberá parar la faja y/o el alimentador para el cual está sirviendo.



**Figura N° 1.39. Colector de polvo tipo cartucho**  
(Ref. M028-017\_292300-5-003\_0\_Cert)

### Bomba de derrames 292400-PS-001

La bomba de derrames (292400-PS-0019), se encarga de colectar el derrame producido en al área de chancado secundario y enviarlo al cajón de bombeo Molino de Bolas 1 (293200-PB-001).

### Bomba de derrames chancadora sistema HPGR 292500-PS-001/005

Las bombas de derrames Chancadora Sistema HPGR (292500-PS-001/005), se encarga de colectar el derrame en Chancado Terciario y enviarlo al cajón de bombeo Molino de Bolas 1, (293200-PB-002).

### Bomba de derrames chancadora sistema HPGR 292500-PS-002/006

Las bombas de derrames Chancadora Sistema HPGR (292500-PS-002/006), se encarga de colectar el derrame en Chancado Terciario y enviarlo al cajón de bombeo Molino de Bolas 2, (293200-PB-002).

### Dispositivos de seguridad de la faja

Sirven para proteger a los operadores y a la faja, estos dispositivos están conformados por:

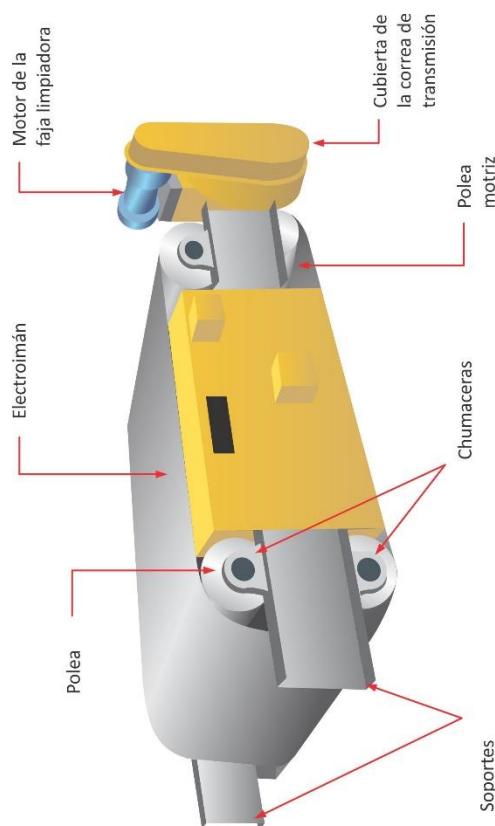
- Detectores de velocidad (velocidad cero)
- Interruptores de emergencia de cordones de seguridad (pull cord)
- Detectores de desalineamiento (desplazamiento lateral).
- Un detector de chute atorado en el punto de descarga.

Al activar alguno de estos dispositivos se produce una alarma y se detiene la faja por enclavamiento.  
Adicionalmente la mayoría de las fajas transportadoras de la concentradora poseen detectores de roturas, que en caso de presentarse estas se accionará la alarma y hará que se detenga la faja.

Las fajas retornan por debajo de las mesas, apoyadas sobre polines horizontales. La mayoría de las fajas poseen magnetos auto-limpiantes y detectores de metales, que a continuación describiremos cada uno de ellos.

### Electroimán autolimpiente

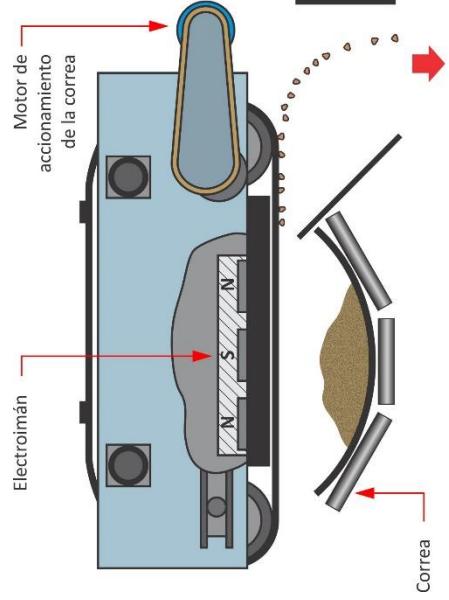
El electroimán es un poderoso separador electromagnético que saca fragmentos metálicos del mineral chancado que están siendo transferidos a través de la faja transportadora. El electroimán está instalado directamente sobre la faja en forma perpendicular a ésta. (Ver **Figura N° 1.40**)



**Figura N° 1.40. Partes de un magneto (referencial)**

El electroimán posee un mecanismo autolimpante que consta de una faja de limpieza accionada por un motor que se mueve alrededor del imán para sacar los fragmentos de metal del imán. La faja de limpieza se mueve a través de la cara del imán, de forma que cuando un fragmento de metal es retirado del flujo del mineral se adhiere a la faja autolimpiente, la fuerza magnética mantiene el fragmento de metal en contacto con esta faja, a medida que la faja de limpieza se mueve más allá del borde del campo magnético, la fuerza magnética se vuelve más débil, de modo tal que el metal adherido será desprendido hacia el punto de descarga. (Ver **Figura N° 1.41**)

Este equipo es capaz de retirar minerales magnéticos conocidos como magnetita.

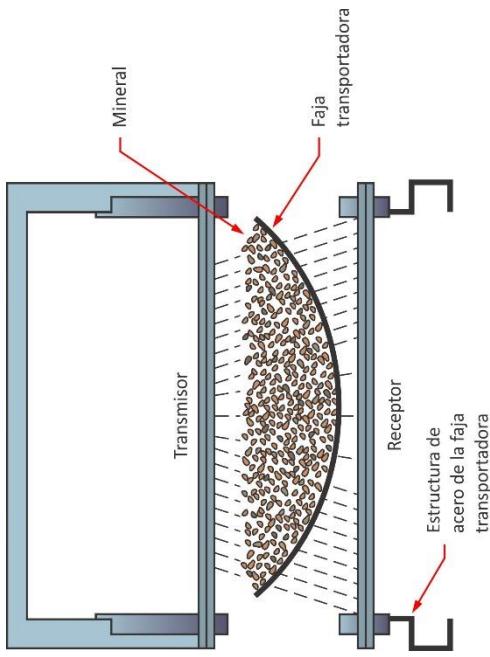


**Figura N° 1.41. Principio de funcionamiento del electroimán.**

#### Detector de metales

El detector de metales instalado sobre las fajas transportadoras tiene por función detectar metales que puedan estar enterrados muy por debajo del mineral como para ser extraído por el electroimán.

Un detector de metales es un instrumento electrónico que detecta la presencia de objetos metálicos en el mineral. Todo metal en la faja transportadora tiene una conductividad mayor que el mineral que se transporta, por lo tanto, el detector es capaz de detectar la presencia de metales en movimiento debido a que el metal causa un cambio de la señal electromagnética que se transmite desde arriba de la faja de transferencia y se recibe debajo de ésta. El detector de metales se calibra usando otro objeto metálico como referencia. Entonces puede detectar cualquier trozo metálico más grande que el objeto de referencia. (Ver **Figura N° 1.42**)

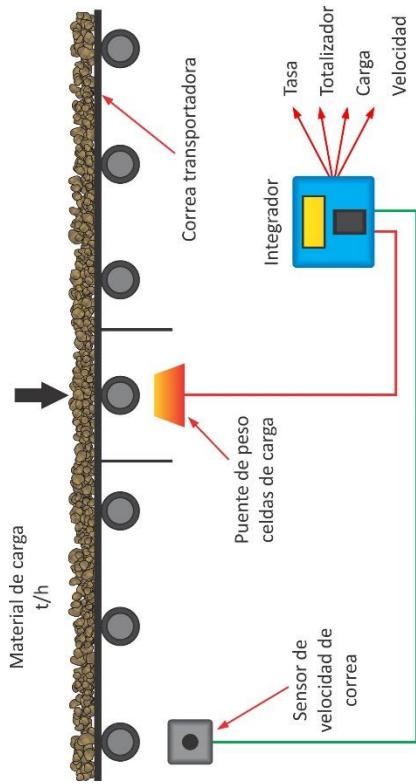


**Figura N° 1.42. Principio de funcionamiento del detector de metal**

Un detector de metales activará una alarma y detendrá la faja de transferencia si detecta algún metal. Esto puede incluir metales no magnéticos tales como el aluminio de las chaquetas de los tolvas de los camiones, dientes de la pala de manganeso o revestimientos de manganeso. (Ver **Figura N° 1.43**)

## Pesómetro

El pesómetro ubicado en la faja transportadora monitorea, registra y totaliza el peso del material que se transporta por la faja, proporcionando al operador de cuarto de control, una lectura instantánea de la cantidad de mineral que está siendo transportada. El pesómetro también puede usarse para suministrar un punto de ajuste de velocidad para la faja transportadora VDF.

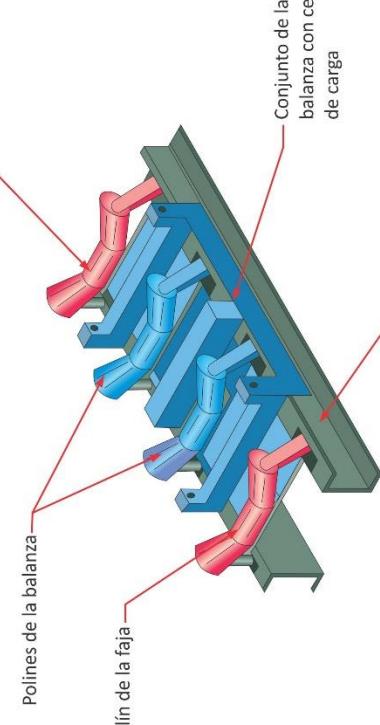
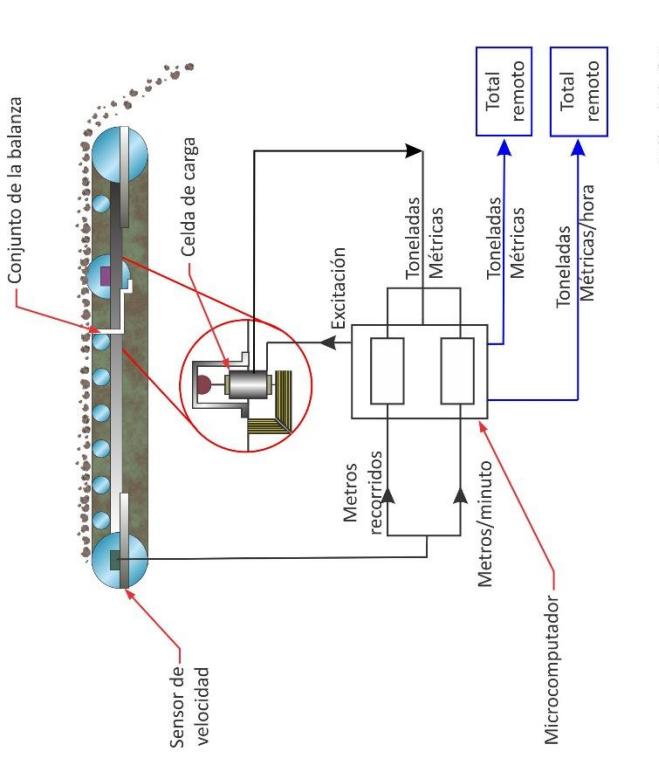


**Figura N° 1.43. Componentes del pesómetro.**

El equipo de medición consiste en polines de pesaje y una celda del extensómetro de precisión que detecta el peso que pasa sobre el conjunto. La carga sobre la faja de transferencia es transportada a los polines de pesaje y luego a la celda de carga. La salida de la celda de carga es proporcional al peso en el pesómetro. El pesómetro se instala sobre el soporte de acero de la faja transportadora.

Los elementos electrónicos del pesómetro aceptan dos señales de entrada (una para la velocidad de la faja de transferencia y otra para la lectura de la celda de carga).

Estas señales se convierten en señales eléctricas equivalentes al número total de toneladas que pasan a través de la faja de transferencia y a la razón instantánea de toneladas por hora. Una señal que representa el tonelaje es enviada al DCS, donde se muestra tanto la razón de tonelaje instantánea como el tonelaje acumulativo de los turnos y a la fecha. (Ver **Figura N° 1.44**)



**Figura N° 1.44. Principio de operación y partes del pesómetro.**

### Sistemas auxiliares de la chancadora MP secundaria

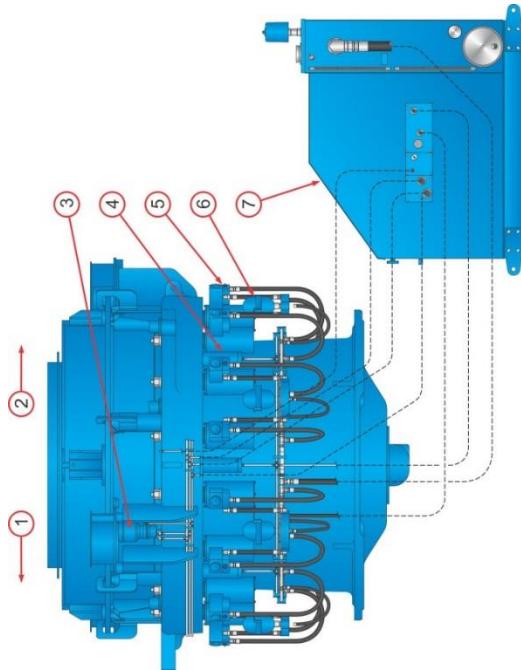
#### • Sistema de ajuste hidráulico

Las chancadoras MP1250 están equipadas con un sistema de liberación que consiste en despejar la taza. Los cilindros hidráulicos están conectados a la parte inferior del conjunto principal y atornillados al anillo de ajuste, estos sostienen firmemente el anillo de ajuste al conjunto principal contra las fuerzas de trituración normales.

Las fuerzas excesivas creadas por una inadecuada operación o por el paso de fragmentos no triturables (inchancables) hacen que el anillo de ajuste se eleve y a su vez desplazan los pistones de los cilindros hidráulicos hacia arriba. Mientras que el aceite, se desplaza desde la cámara superior de los cilindros hidráulicos hasta los acumuladores, lo que comprime aún más el gas de nitrógeno dentro de los acumuladores. Una vez que pasan los inchancables a través de la chancadora, las fuerzas de trituración se normalizan y el nitrógeno comprimido hace que el aceite vuelva a los cilindros, los pistones del cilindro se retraen y el anillo de ajuste vuelve a acomodarse sobre el conjunto principal.

Para despejar la taza de la chancadora, se presurizan los cilindros hidráulicos de liberación, levantando el anillo de ajuste del conjunto principal. Además del despeje de la taza y la limpieza de la cámara de chancado, las chancadoras están equipadas con un sistema de sujeción y de ajuste del tazón hidráulico. Un anillo de sujeción fijado por encima del anillo de ajuste por medio de un conjunto de cilindros de sujeción entre el anillo de sujeción y el anillo de ajuste, este sujet a tazón en la posición de trituración en el anillo de ajuste cuando se presurizan los cilindros. Cuando se reduce la presión en los cilindros de sujeción y se activan los motores hidráulicos montados sobre el anillo de ajuste, el piñón en el motor activa el anillo de transmisión que está sujeto a la tapa de ajuste, la que luego gira el conjunto del tazón, cerrando o abriendo el ajuste de la chancadora.

Las chancadoras de cono de la serie MP1250 están equipadas con una unidad de potencia hidráulica que controla todas las funciones hidráulicas de la chancadora. La unidad de potencia hidráulica está compuesta por un gabinete con un tanque de aceite, un motor eléctrico, una bomba hidráulica, un acumulador, válvulas, medidores y otros componentes eléctricos e hidráulicos. (Ver **Figura N° 1.45**)



- 1.- Cerrar ajuste
- 2.- Abrir ajuste
- 3.- Conjunto de transmisión hidráulica
- 4.- Cilindros hidráulicos
- 5.- Conjunto de cilindro de liberación de atasco
- 6.- Acumulador
- 7.- Unidad hidráulica

**Figura N° 1.45. Conexiones de manguera hidráulica**

El mecanismo de ajuste hidráulico consta de tres accionadores hidráulicos situados en los soportes del motor que está ubicado en la periferia del anillo de ajuste de accionamiento hidráulico. El conjunto de accionadores hidráulicos consiste en un reductor de engranajes planetario, un freno hidráulico y un motor hidráulico, el que no se desactivará hasta que sea presurizado para evitar que el tazón gire cuando no se active el mecanismo de ajuste hidráulico.



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria

## • Sistema de lubricación

El sistema de lubricación está diseñado para que funcione a una presión máxima de 13.8bar, en este sistema el aceite se extrae del tanque por medio de la bomba, que ejerce una presión sobre el aceite y lo dirige hacia el filtro. Se provee de una válvula de alivio de desvío para proteger a los elementos de filtro contra la excesiva presión diferencial que podría ocurrir si los filtros están demasiado sucios o el aceite está demasiado frío.

Existe un indicador de presión sobre el alojamiento del filtro. Este medidor provee una lectura digital de la caída de presión en todo el filtro, e indica cuándo se debe limpiar el filtro.

Después, el aceite es dirigido por medio de un intercambiador de calor, montado sobre una plataforma separada, donde el aceite se enfria a través de un radiador de montaje separado en el cual el aceite se enfria por el aire circulante. Una válvula de alivio desvía el aceite alrededor del enfriador cuando el aceite está frío y se vuelve demasiado viscoso haciendo que se acumule presión. Sensores de temperatura en cada lado del enfriador de aceite de tipo agua brindan una confirmación visual de la temperatura del aceite.

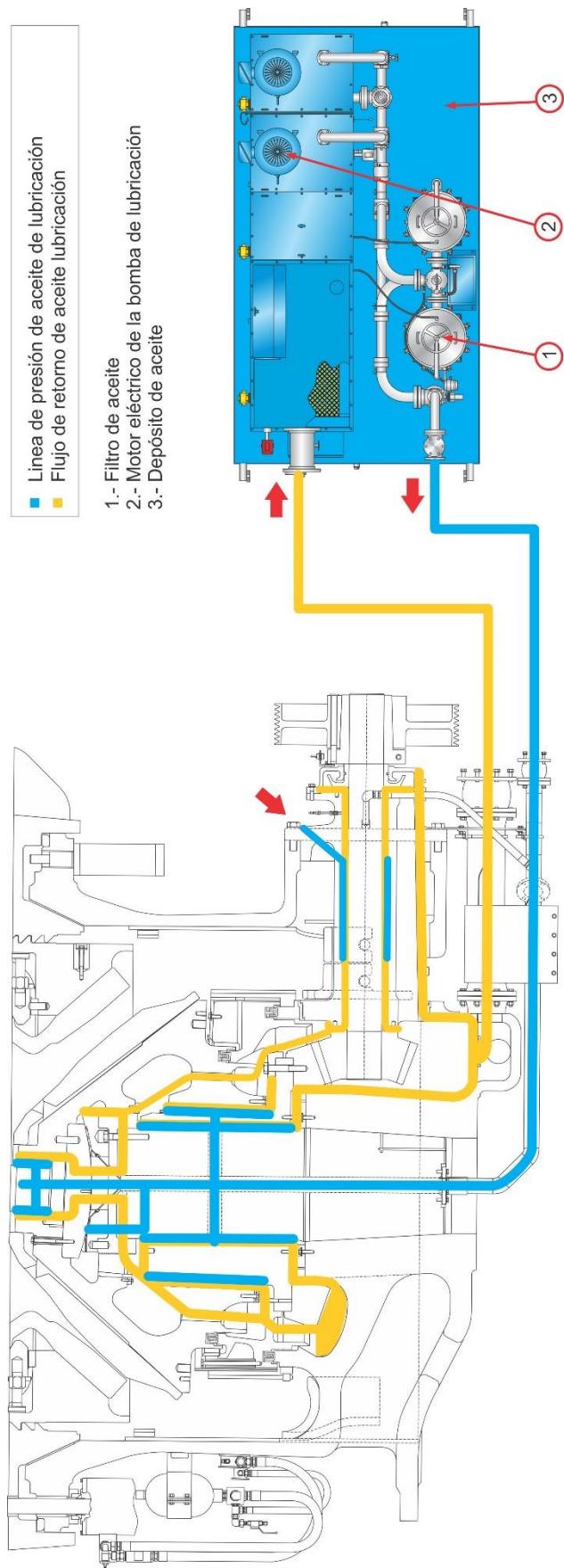
Para los enfriadores de tipo radiador de aire, se utilizan medidores de temperatura ubicados en la salida del radiador y en la línea de drenaje para verificación visual de la temperatura del aceite. Una válvula de alivio ubicada enseguida después de la bomba evita que el aceite, bajo presión excesiva ingrese a la chancadora. Luego, el aceite se dirige al eje principal en la base del armazón principal.

En seguida, se fuerza el aceite bajo presión hacia las superficies del rodamiento de la bocina excéntrica y de la cabeza, a través de pasajes interconectados en el eje principal. También se envía a la superficie del rodamiento del revestimiento de socket a través del socket.

El rebalse de aceite del revestimiento del socket y de la parte superior del rodamiento de la cabeza y de la excéntrica fluyen hacia abajo a través de orificios de la cabeza, luego hacia abajo a través de ranuras grandes en el contrapeso y se junta en el bastidor debajo del mecanismo de la excéntrica. También fluye aceite de la parte inferior de los rodamientos de la cabeza y de la excéntrica, a través de ranuras en el contrapeso se juntan en el eje principal por debajo del engranaje.

El aceite que fluye de la parte inferior de la excéntrica primero pasa por los rodamientos axiales ubicados debajo de la excéntrica antes de juntarse en el eje principal. El aceite se concentra en el armazón principal y luego fluye derramándose sobre el engranaje y los dientes del piñón.

Una línea independiente que proviene de la línea de alimentación y se conecta al eje principal, impulsa aceite simultáneamente a los rodamientos del contraeje a través de la caja del mismo contraeje, finalmente el aceite es colectado en un sumidero debajo del piñón y esta es retornada por gravedad al tanque de aceite a través de tuberías. Observe que el sistema de lubricación tiene conjuntos de bomba y filtro dobles controladas manualmente por válvulas esféricas. (Ver **Figura N° 1.46**)



**Figura N° 1.46. Flujo de lubricación interna**

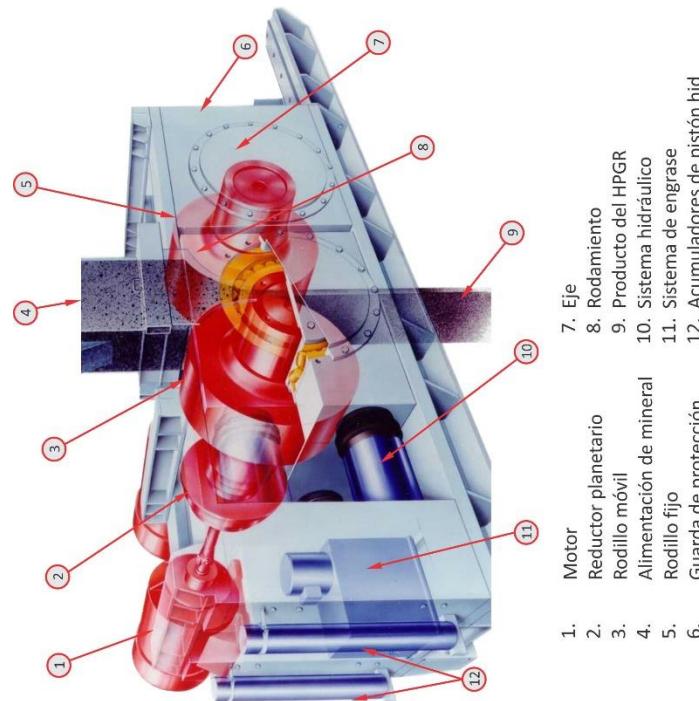
# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria

## Sistemas auxiliares de la chancadora terciaria HPGR

### • Sistema Hidráulico

El sistema hidráulico de los HPGRS desplaza hacia adelante y hacia atrás el rodillo móvil, genera la presión necesaria para fragmentar el mineral, constituye un sistema hidroneumático de amortiguamiento, y acciona las compuertas de cierre en la alimentación del mineral. (Ver **Figura N° 1.47**)



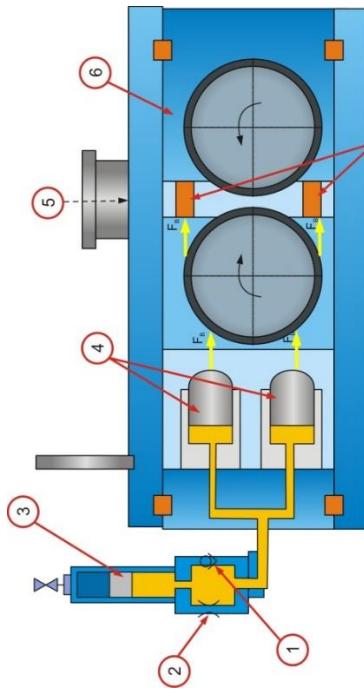
**Figura N° 1.47.** Componentes de un HPGR

Los HPGRs poseen un sistema hidroneumático capaz de aplicar y mantener presiones de hasta 2,500 bar. El valor de compresión de la mayoría de los minerales duros fluctúa entre 1,000-2,500 bar. Es decir que minerales con mayor dureza pueden ser triturados con estos equipos.

En cada bloque de presión están acoplados dos cilindros hidráulicos, mientras que los pistones de los cilindros presionan contra las juntas de presión de las chumaceras del rodillo móvil, se aporta presión de aceite en el fondo de los pistones. El fondo de los pistones está conectado con el ducto de aceite del pistón acumulador a través de un drenaje de aceite en el bloque de presión. En caso de que el rodillo móvil sea empujado hacia atrás durante la operación, por la fuerzas de trituración, los cilindros hidráulicos presionan una cantidad de aceite correspondiente desde el compartimiento del cilindro al acumulador hidráulico, de esta forma se mueve el pistón del acumulador hidráulico contra la presión de gas hacia arriba y comprime el volumen de gas por encima del pistón. En el trayecto del aceite entre el cilindro y el acumulador hidráulico está dispuesta una válvula de estrangulación y una válvula anti retorno.

En ambos acumuladores hidráulicos se ha dado la presión inicial de llenado, se genera la fuerza básica, ajustando la presión de arranque. Entonces el embolo se desplaza, aumentando al mismo tiempo la presión de aceite y la presión de gas, en el mismo acumulador hidráulico hacia arriba, hasta que se haya alcanzado una presión correspondiente a la fuerza básica.

El gap cero entre los rodillos está fijado mediante los distanciadores, conocidos como topes mecánicos, entre los bloques del rodamiento del rodillo móvil y fijo. (Ver **Figura N° 1.48**)



**Figura N° 1.48. Sistema hidroneumático del HPGR**

1. Válvula de retención	5. Alimentación
2. Válvula de estrangulación	6. Rodillo fijo
3. Acumulador de pistón hidráulico	7. Topes mecánicos ajustables
4. Cilindros hidráulicos	

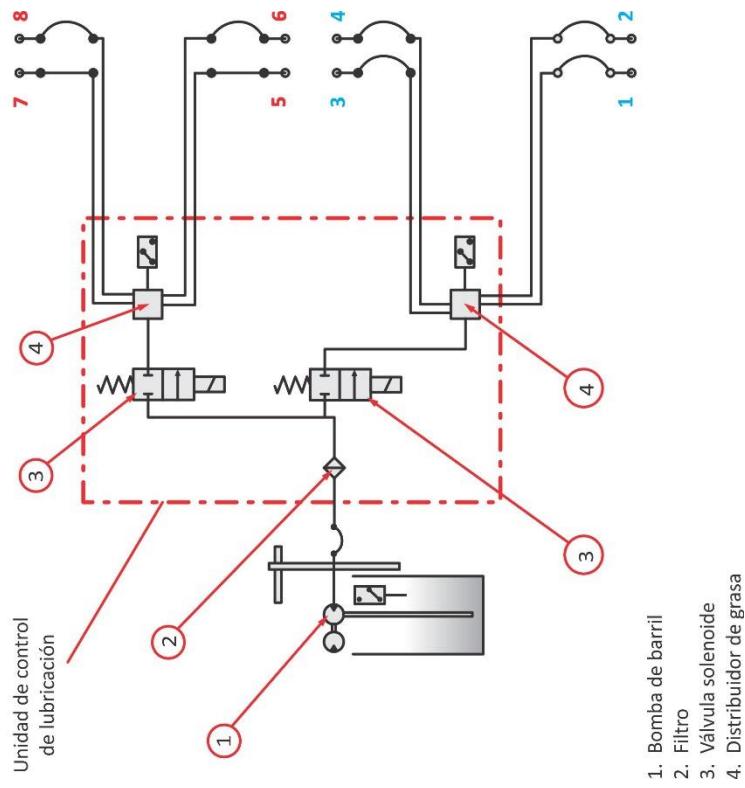
#### • Sistema de engrase

La grasa es transportada a través de la unidad de filtración y las válvulas solenoide por medio de una bomba de engrase neumático hacia los distribuidores. El suministro de grasa es controlada en cada distribuidor por medio de ciclos de engrase. (Ver **Figura N° 1.49**)

Para que este sistema de engrase esté en funcionamiento, una presión mayor o igual a 4 Bar debe estar disponible en la estación de aire comprimido y el nivel de llenado en la bomba de engrase debe indicar "Llenado por encima del mínimo".

Dependiendo del tipo de riel guía, el engrase se lleva a cabo por:

- Los cuatro rodamientos de rodillos auto-alineantes.
- Los cuatro rodamientos de rodillos auto-alineantes y los rieles guía.
- Los cuatro rodamientos de rodillos auto-alineantes, donde la grasa se divide entre la tapa y el aro exterior de los rodamientos.



1. Bomba de barril
2. Filtro
3. Válvula solenoide
4. Distribuidor de grasa

**Figura N° 1.49. Sistema de engrase del HPGR**

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
E	CHANCADO PRIMARIO		
<b>E1</b>	<b>Parámetros Operacionales</b>		
	Abertura (OSS)	mm	165
	Tamaño Producto, 80% Pasante	mm	139.7
	Gravedad Específica Mineral Descarga		2.8
	Densidad Aparente Cálculo en Peso	t/m <sup>3</sup>	1.8
	Densidad Aparente Cálculo en Volumen	t/m <sup>3</sup>	1.6
	Pasante Producto, 229mm	%	100
	Pasante Producto, 203mm	%	97
	Pasante Producto, 178mm	%	93.5
	Pasante Producto, 152mm	%	85
	Pasante Producto, 127mm	%	75
	Pasante Producto, 102mm	%	62
	Pasante Producto, 89mm	%	55
	Pasante Producto, 76mm	%	48
	Pasante Producto, 64mm	%	41.3
	Pasante Producto, 51mm	%	34
	Pasante Producto, 38mm	%	27.5
	Pasante Producto, 25mm	%	21
	Pasante Producto, 19mm	%	16.6
	Pasante Producto, 13mm	%	12.3
	Pasante Producto, 6mm	%	10
<b>E2</b>	<b>Equipos</b>		
	Capacidad Tola Regulación Alimentación	Camión	2

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Capacidad Tolvilla Compensación descarga	Camión	2
	Utilización	%	65
	Capacidad de Camión	t	363
	Tipo Trituradora	Giratoria	
	Tipo Circuito	Abierto	
	Número Equipos	pza	2
	Dimensiones	m	1.52 x 2.87
	Capacidad Máxima @ OSS=165 mm	t/h	4,429
	Capacidad Máxima @ OSS=175mm	t/h	5,485
	Potencia Instalada	KW	750
<b>E3</b>	<b>Alimentadores de placas de recuperación chancado primario</b>		
	Número de Alimentadores	pza	2
	Número de Alimentadores Operando	pza	2
	Capacidad de alimentadores, Nominal / Diseño	t/h	7,692 / 9,230
	Tipo de Alimentador	De placas	
	Tipo de transmisión del Alimentador	Variador de velocidad Hidráulico	
	Potencia	KW	456
	Ancho del Alimentador	plg	120.87
<b>E4</b>	<b>Faja de Sacrificio</b>		
	Número de Fajas de Sacrificio	pza	1
	Número de Alimentadores Por Faja de Sacrificio	pza	2
	Capacidad de la faja de Sacrificio hacia Faja de Transferencia en Túnel, Nominal / Diseño	t/h	7,692/ 9,230
	Potencia	KW	373

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
E5	Faja de Recuperación para Transferencia	t/h	7,692 / 9,230
	Capacidad de la faja de recuperación hacia Planta Nueva, Nominal / Diseño		
	Potencia	KW	2 x 1.306
<b>F ACOPIO PILA DE INTERMEDIOS</b>			
	Capacidad Viva	t	75,347.71
	Capacidad Muerta	t	66,356.41
	Capacidad Total	t	141,704.20
	Diámetro	m	105
	Altura	m	44
	Tiempo almacenamiento Capacidad Viva	h	12
	Tamaño Máximo de Alimentación	mm	229
	Contenido de Humedad	%	3
<b>F1 Parámetros Operacionales</b>			
	Pasante Producto, 229mm	%	100
	Pasante Producto, 203mm	%	97
	Pasante Producto, 178mm	%	93.5
	Pasante Producto, 152mm	%	85
	Pasante Producto, 127mm	%	75
	Pasante Producto, 102mm	%	62
	Pasante Producto, 89mm	%	55
	Pasante Producto, 76mm	%	48
	Pasante Producto, 64mm	%	41.3
	Pasante Producto, 51mm	%	34
	Pasante Producto, 38mm	%	27.5

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Pasante Producto, 25mm	%	21
	Pasante Producto, 19mm	%	16.6
	Pasante Producto, 13mm	%	12.3
	Pasante Producto, 6mm	%	10
<b>F2</b>	<b>Tonelaje de Alimentación a Pila de Intermedios</b>		
	Nominal con una Chancadora de 60' x 113'	t/h	3,846.15
	Nominal con dos Chancadoras de 60' x 113'	t/h	7,692.30
	Máximo con una Chancadora de 60' x 113'	t/h	4,500
	Máximo con dos Chancadoras de 60' x 113'	t/h	9,000
	Diseño con una Chancadora de 60' x 113'	t/h	4,615
	Diseño con dos Chancadoras de 60' x 113'	t/h	9,230
<b>F3</b>	<b>Tonelaje de recuperación en Pila de Intermedios</b>		
	Nominal a pila de almacenamiento de planta existente	t/h	3,333
	Diseño a pila de almacenamiento de planta existente	t/h	3,933
	Nominal a Tolva de Chancado Secundario	t/h	3,333
	Diseño a Tolva de Chancado Secundario	t/h	3,933
<b>F4</b>	<b>Equipos</b>		
	<b>Alimentadores de placas de recuperación de la Pila de intermedios</b>		
	Total de Alimentadores de placas de recuperación	pza	8
	Alimentadores de placas hacia pila de almacenamiento de planta existente	pza	4
	Alimentadores de placas hacia Tolva de Chancado Secundario	pza	4
	Alimentadores de placa operando hacia pila de almacenamiento de planta existente	pza	4
	Alimentadores de placas operando hacia Tolva de Chancado Secundario	pza	4
<b>F5</b>	<b>Capacidad de alimentadores de placas de recuperación de la Pila</b>		

# **Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala**

**Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,**  
**2500 - Chancado y Clasificación Terciaria**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Carga Nominal	t/h	1,111
	Carga de Diseño	t/h	1,311
	Tipo de Alimentador		De placas
	Tipo de transmisión del Alimentador		Variador de velocidad de frecuencia
	Potencia	kW	112
	Ancho del Alimentador	plg	60
<b>F6</b>	<b>Fajas de recuperación en Pila de Intermedios</b>		
	Número de Fajas de recuperación de la Pila de Intermedios	pza	2
	Número de Alimentadores por Faja de Recuperación	pza	4
	Número de Alimentadores Operando Por Faja de Recuperación	pza	4
	Capacidad de la faja de recuperación hacia Pila Existente de planta Existente, Nominal / Diseño	t/h	3,436/4,054
	Ancho de Faja de Recuperación hacia Pila Existente de Planta Existente	plg	60
	Longitud de Faja de recuperación hacia Pila Existente de Planta Existente	m	174.5
	Tipo de transmisión de Faja de recuperación hacia Pila Existente de Planta Existente		Moto reductor con cople hidráulico
	Potencia	kW	298.3
	Capacidad de la faja de Transferencia hacia Tolvía de Chancado Secundario, Nominal / Diseño	t/h	3,333.33/3,933
	Ancho de Faja de recuperación hacia Tolvía de Chancado Secundario	plg	60
	Longitud de Faja de recuperación hacia Tolvía de Chancado Secundario	m	228.5
	Tipo de transmisión de Faja de recuperación hacia Tolvía de Chancado Secundario		Moto reductor con cople hidráulico

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Velocidad de transferencia	m/s	4.11
Potencia		kW	522
	Capacidad de la faja de Transferencia Alimentación Planta hacia Tolva de Chancado Secundario, Nominal / Diseño	t/h	6618.33 /7809.63
Ancho de Faja de recuperación Alimentación Planta hacia Tolva de Chancado Secundario	plg		72
Longitud de Faja de recuperación Alimentación Planta hacia Tolva de Chancado Secundario	m		163.4
	Tipo de transmisión de Faja de recuperación Alimentación Planta hacia Tolva de Chancado Secundario	VDF	
	Velocidad de transferencia	m/s	4.11
Potencia		kW	1304
<b>G CHANCADO Y CLASIFICACIÓN SECUNDARIA</b>			
<b>G1</b>	<b>Propósito de Zarandeo Secundario</b>		
	Alimentar a Chancadoras Secundarias		
	Tipo de Circuito Chancado y clasificación secundaria	Cerrado	
<b>G2</b>	<b>Tolva de Almacenamiento</b>		
	Material	Acero Estructural Reforzado	
	Capacidad viva	t	1033
	Capacidad Total	t	1648
	Dimensiones		
	Longitud	m	20
	Alto	m	10
	Ancho	m	10
	Tiempo de Almacenamiento Capacidad viva		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Horas / Minutos	h / min	0.17 / 10
<b>G3</b>	<b>Alimentadores de recuperación en Tola de Almacenamiento</b>	pza	
	Número de Alimentadores	pza	2
	Número de Alimentadores Operando	pza	2
	Capacidad de alimentadores, Nominal / Diseño	t/h	3077.33 / 3631.24
	Tipo de Alimentador		De placa
	Tipo de transmisión del Alimentador		Variador de Velocidad Hidráulico
	Tamaño del Motor	kW	234
	Ancho del Alimentador	plg	96
<b>G4</b>	<b>Alimentación a Sección de Zarandeo</b>		
	Utilización	%	75
	Tipo Zaranda Secundaria		Banana
	Número de equipos	t/h	2
	Carga Fresca / Carga de Diseño		3333 / 3933
	Carga Circulante Nominal / Diseño	t/h	2821.34 / 3329
	Carga Total Nominal / Diseño	t/h	6154.67 / 7262.51
<b>G5</b>	<b>Capacidad de Alimentación por Zaranda</b>		
	Carga Nominal / Diseño	t/h	3077.33 / 3631.24
	Granulometría de Alimentación a Zarandas	mm	229
	100% Pasante	mm	100
	80% Pasante	%	73
	% pasante 75 mm		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	% pasante 50 mm	%	56
	% pasante 25 mm	%	28
<b>G6</b>	<b>Capacidad de Sobre tamaño de Descarga por Zaranda</b>		
	<b>Sobre tamaño Cama Superior</b>		
	Granulometría de descarga Cama Superior (TD)	mm	229
	100% Pasante	mm	
	80% Pasante	mm	160
	50% Pasante	mm	116
	<b>Sobre tamaño Cama Inferior(BD)</b>		
	Granulometría de descarga Cama Inferior (BD)	mm	
	100% Pasante	mm	128
	80% Pasante	mm	60
	50% Pasante	%	51
	<b>Sobre Tamaño Total Descarga por Zaranda(TD+BD) nominal / diseño</b>	t/h	1410.67 /1664.59
	<b>Descarga Producto Bajo tamaño por Zaranda nominal /diseño</b>	t/h	1,666.66 /1966.65
	Granulometría de descarga Producto Bajo Tamaño		
	100% Pasante	mm	50
	80% Pasante	mm	34 - 37
<b>G7</b>	<b>Chancado Secundario</b>		
	Utilización	%	75
	Tipo Chancadora Secundaria		
	Número de equipos		2
	<b>Alimentación por Chancadora Secundaria</b>		
	Sobre tamaño Total Descarga por Zaranda (TD + BD) nominal / diseño	t/h	1410.67 /1664.59
	Granulometría de Alimentación por chancado secundario		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	100% Pasante	mm	229
	84% Pasante	mm	150
	60% Pasante	mm	100
	44% Pasante	mm	75
	11% Pasante	mm	50
<b>Descarga por Chancadora Secundaria</b>			
	Producto por Chancado Secundario nominal / diseño	t/h	1410.67 /1664.59
Granulometría de Descarga por chancado secundario			
	100% Pasante	mm	100
	80% Pasante	mm	50
	60% Pasante	mm	38
	36% Pasante	mm	25
	18% Pasante	mm	13
<b>G8 Sistema de Control de Polvo</b>			
	Colectores de Polvo	Pza.	2
	Válvulas Rotativas	Pza.	2
	Ventilador	Pza.	2
	Cámpanas de extracción de polvo	Pza.	17
<b>G9 Grúa de Mantenimiento</b>			
	Área Chancado y Clasificación Secundaria	Pza.	1
	Tecle monoriel Área Chancado y Clasificación Secundaria	Pza.	5
<b>G10 EQUIPO</b>			
	Zarandas Secundarias	m	3.65 x 7.62
	Tamaño de Zarandas	mm	75
	Tamaño Abertura Cama Superior	mm	75

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Eficacia	Eficacia	%	92
Tamaño Abertura Cama Inferior	mm	50	
Eficacia	%	92	
<b>Motor de Zarandas Secundarias</b>			
Potencia del Motor	KW	90	
<b>Chancadora Secundaria</b>			
Chancadora	MP1250		
ClosedSideSetting CSS	mm	45	
Tamaño Producto, 60% Pasante	mm	38	
Círculo Abierto o Cerrado		Cerrado	
<b>Motor de Chancadores Secundario</b>			
Tamaño del Motor	KW	932	
<b>H</b>	<b>CHANCADO TERCIARIO</b>		
<b>H1</b>	<b>Pila de regulación Chancado HPGR</b>		
Capacidad Viva	t	21,816.19	
Capacidad Total	t	71,583.08	
Tiempo de almacenamiento a carga viva	h	4.32	
Tiempo de almacenamiento a carga Total	h	14.16	
<b>H2</b>	<b>Alimentadores de recuperación Pila de Almacenamiento</b>		
Número de Alimentadores	pza	4	
Número de Alimentadores Operando	pza	4	
Capacidad de alimentadores, Nominal / Diseño	t/h	1,264 / 3,261	
Tipo de Alimentador		De Banda	
Tipo de transmisión del Alimentador		Variador de Frecuencia	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Tamaño del Motor	kW	150
	Ancho de Alimentadores	plg	72
	Número de Fajas de recuperación Pila de Almacenamiento	pza	2
	Número de Alimentadores Por Faja de recuperación	pza	2
	Capacidad de la faja de recuperación, Nominal / Diseño	t/h	2,527.78 / 3,248
	Velocidad de transferencia	m/s	3.65
<b>H3</b>	<b>Chancadora Terciaria</b>		
	Utilización	%	90
	Tipo Chancadora Terciaria		HPGR
	Número de equipos		2
	Tonelaje de Alimentación por cada Chancadora Terciaria nominal @ 82% CC / máxima @ 134% CC	t/h	2,527.78/ 3,250
	Humedad relativa del mineral	%	3
	<b>Granulometría de Alimentación por cada Chancadora Terciaria</b>		
	100% Pasante	mm	50
	80% Pasante	mm	30
	Tonelaje de Descarga por cada Chancadora Terciaria nominal @ 82% CC / máxima @ 134% CC	t/h	2,527.78/3,250
	<b>Granulometría de Descarga por cada Chancadora Terciaria</b>		
	100% Pasante	mm	50
	80% Pasante	mm	18
	Pasante 10 mm	%	72
	Pasante 4 mm	%	50
	<b>Fuerza de rodillo específica</b>	N/mm <sup>2</sup>	3.5
	<b>Tamaño máximo de alimentación</b>	mm	50

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Tipo de Circuito Chancado terciario		Cerrado
	Carga Circulante Chancado terciario		
	Mínima	%	82
	Máxima	%	134
	Índice de Desgaste esperado	g/t mineral	22-30
	Abertura cero	mm	≈ 30
	Abertura de rodillos	mm	≈ 50 - 70
	Abertura máxima de rodillos	mm	VTS
	Tiempo de Vida Media de los Rodillos	h	VTS
H4	Sistema de Control de Polvo		
	Colectores de Polvo	Pza.	4
	Válvulas Rotativas	Pza.	4
	Ventilador	Pza.	4
	Campanas de extracción de polvo	Pza.	37
H5	Grúa de Mantenimiento		
	Puente Grúa Área Chancado y Clasificación Terciaria	Pza.	2
	Teclle monorriel Área Chancado y Clasificación Terciaria	Pza.	14
	Monoviga colgante	Pza.	1
H6	Equipos		
	Dimensiones de la chancadora	m	Φ=4.0, L=2.3
	Dimensiones de los rodillos	m	Φ=2.4, L=1.65
	Potencia Instalada por Equipo	KW	2 x 2,650
	Tipo de Motor		Tipo Jaula de
	<b>J ZARANDEO TERCARIO</b>		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
J1	<b>Pila de Almacenamiento Zarandeo Terciario</b>		
	Es Alimentada por las Descargas de las Dos Chancadoras Terciarias HPGR a través de un sistema de Fajas Transportadoras		
	Capacidad Viva	t	25,449.64
	Capacidad Total	t	61,927.52
	Tiempo de Almacenamiento a Carga Viva	h	5
	Tiempo de Almacenamiento a Carga Total	h	11.88
J2	<b>Alimentadores de recuperación Pila de Almacenamiento Zarandeo Terciario</b>		
	Número de Alimentadores	pza	8
	Número de Alimentadores Operando	pza	8
	Capacidad de alimentadores, Nominal / Diseño	t/h	631.95 / 2,212
	Tipo de Alimentador	De Banda	
	Tipo de transmisión del Alimentador	Variador de Frecuencia	
	Tamaño del Motor	KW	93.75
	Ancho del Alimentador	Pulg	54
	Número de Alimentadores Por Faja de recuperación	pza	2
	Número de Fajas de recuperación Pila de Almacenamiento	pza	4
	Capacidad de la faja de recuperación, Nominal / Diseño		1,264 / 2,212
	Velocidad de transferencia	m/s	0.61
J3	<b>Alimentación a Sección de Zarandeo Terciario para Molienda Primaria</b>		
	Utilización	%	90
	Tipo Zaranda Secundaria		Banana
	Número de equipos de Zarandeo		4
	Tipo de Zarandeo en Seco o Húmedo		Húmedo
	Humedad relativa de Alimentación del mineral	%	3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
	Tonelaje Total de Alimentación de Agua de Proceso en Área de Zarandeo	t/h	6,125.26
	Tonelaje Total de Alimentación en Área de Zarandeo Terciario nominal / Diseño	t/h	5,055.56/6500
J4	<b>Tipo de Arreglo para Zarandeo en Húmedo</b>		
	<b>Alimentación a Zarandas Terciarias</b>		
	Traspaso de pulpa en chute de alimentación parte superior de Zarandas	t/h	1,302.98
	<b>Descarga de Producto de Zarandas Terciarias</b>		
	El producto de pulpa de dos (2) Zarandas Terciarias descarga directamente a cajón de bombeo del Molino de Molienda Primaria	t/h	1,263.89/4494.48
J5	<b>Capacidad de Alimentación por Zaranda Terciaria</b>		
	Tonelaje de mineral Alimentado Nominal / Diseño	t/h	2,211.80
	Tonelaje de Alimentación de Agua de Proceso por zaranda	t/h	1,531.31
	Granulometría de Alimentación a Zarandas		
	100% Pasante	mm	50
	80% Pasante	mm	15
	% pasante 10 mm	%	73
	% pasante 4 mm	%	50
J6	<b>Capacidad de Sobre tamaño de Descarga por Zaranda Terciaria</b>		
	<b>Sobre tamaño Cama Superior + Cama Inferior</b>		
	<b>Granulometría de descarga Cama Superior (TD)</b>		
	100% Pasante	mm	45
	80% Pasante	mm	22
	50% Pasante	mm	13
	Sobre Tamaño por Zaranda Terciaria (TD+BD) nominal /diseño	t/h	569.44/930.55
	Humedad en Producto Sobre Tamaño (TD+BD)	%	3

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
J7	Sobre Tamaño Total por Sección de Zarandeo Terciario nominal / máxima	t/h	2,277.78/3,722
J8	Carga Circulante hacia Circuito de Chancado Terciario HPGR nominal (Total Sobre Tamaño sección Zarandeo Terciario + Bajo tamaño de Zarandeo Secundario)	t/h	5,784.64
J9	Capacidad de Bajo Tamaño de Descarga por Zaranda Terciaria	t/h	694.45/1,215.28
J10	Bajo Tamaño de Descarga por Zaranda Terciaria; nominal/diseño  Granulometría de descarga Producto Bajo Tamaño  100% Pasante  80% Pasante  50% Pasante  Descarga Total de Bajo tamaño por Sección de Zarandeo Terciario nominal	mm mm mm t/h	5.88 3.25 1.3 2,777.78
J11	Equipo		
	<b>Zarandas Terciarias</b>		
	Tamaño de Zarandas	m	3.6 x 8.5
	Tamaño Abertura Cama Superior	mm	12
	Eficiencia	%	90
	Tamaño Abertura Cama Inferior	mm	5.5
	Eficiencia	%	90
	<b>Motor de Zarandas Terciarias</b>		
	Potencia del Motor	KW	90

**Tabla N° 1.1**      **Criterios de diseño (Ref. PATCT-DA-297100-14-DC-001\_1)**



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria

## 3. VARIABLES DE PROCESO

SUB-PROCESO	VARIABLE DEL PROCESO	RANGOS	MÉTODO DE CONTROL	IMPACTO EN EL PROCESO
Granulometría de mineral grueso (P80)	100 - 139.7 mm	<b>Manual</b> Regulación de Open Side Setting (OSS) de chancadora primaria	Una granulometría alta genera: <ul style="list-style-type: none"><li>• Un incremento de la carga circulante en chancado secundario,</li><li>• Una sobrecarga de las MPS, ya que deberán procesar mayor volumen de mineral.</li></ul> Una granulometría baja puede generar: <ul style="list-style-type: none"><li>• Una disminución de la eficiencia de los equipos aguas abajo</li><li>• Tiempos muertos por detención de conjunto de las MPS</li><li>• Incremento de carga hacia los HPGRs.</li></ul>	
Sistema de extracción de mineral grueso	30 a 100%	<b>Manual</b> Regulación del setpoint de velocidad de feeders	Un flujo másico alto genera: <ul style="list-style-type: none"><li>• Un incremento en el nivel de mineral de las tolvas de zarandas.</li><li>• Un aumento del flujo de alimentación de mineral a zarandas.</li></ul> Decremento de la eficiencia de clasificación. <ul style="list-style-type: none"><li>• Incremento en la carga circulante del circuito de chancado secundario.</li></ul>	
Flujo másico de mineral grueso	Velocidad de alimentadores de placa	<b>Automático</b> Regulación del setpoint de flujo másico en el controlador de peso en la faja transportadora alimentación a planta (292300-CV-001)	Un flujo másico bajo genera: <ul style="list-style-type: none"><li>• Eficacia baja de equipos.</li><li>• Posibles tiempos muertos por detención de conjunto de zarandas aguas abajo, dependiendo del nivel de mineral grueso en las tolvas de zarandas.</li></ul>	



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

# Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



Pionero por la Tecnología

SUB-PROCESO	VARIABLE DEL PROCESO	RANGOS	MÉTODO DE CONTROL	IMPACTO EN EL PROCESO
Clasificación en zarandas secundarias	Flujo másico de alimentación hacia zarandas secundarias.	3,077.33 t/h por zaranda	<b>Manual</b> Regulación del setpoint de velocidad de alimentadores de placa	Un flujo alto de mineral hacia zarandas genera: <ul style="list-style-type: none"><li>• Saturación de mineral en los decks.</li><li>• Reducción en la eficiencia de clasificación de mineral.</li></ul> Un flujo bajo de mineral hacia zarandas puede: <ul style="list-style-type: none"><li>• Originar un deterioro prematuro de los decks por impacto.</li><li>• Mayor frecuencia de incrustaciones en los decks.</li><li>• Reducción de la eficiencia.</li></ul>
	Eficiencia de clasificación de zarandas secundarias.	90%	<b>Manual</b> Cambio de paneles en los decks de zarandas	Una configuración no adecuada de los paneles genera: <ul style="list-style-type: none"><li>• Una reducción drástica en la eficiencia de clasificación de la zaranda.</li><li>• Incremento en el flujo del oversize.</li><li>• Incrustaciones de mineral.</li></ul>

SUB-PROCESO	VARIABLE DEL PROCESO	RANGOS	MÉTODO DE CONTROL	IMPACTO EN EL PROCESO
Chancado Secundario	Flujo máximo de alimentación a las chancadoras secundarias	1,410.67 t/h por Chancadora secundaria	<b>Manual</b> Regulación del setpoint de velocidad de alimentadores de placas  <b>Automático</b> Regulación del setpoint de nivel de tolva regulación chancado secundario.	Un flujo alto de mineral alimentado hacia la chancadora secundaria genera: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sobre carga, un incremento en la potencia eléctrica.</li> <li>• El aumento de la granulometría del mineral procesado.</li> <li>• El desgaste prematuro de los componentes del manto y tazón.</li> <li>• Posible activación frecuente del sistema hidráulico de liberación de mineral.</li> </ul> Un flujo bajo de mineral alimentado hacia la chancadora secundaria genera: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El desgaste prematuro de los componentes del manto y tazón.</li> <li>• Reducción de eficacia del equipo al procesar menor cantidad de mineral que el nominal.</li> </ul>
Chancado Secundario	Granulometría producto de mineral grueso (ajuste de set de chancadoras)	CSS = 32 mm	<b>Manual</b> Regulación del CSS de la Chancadora secundaria.  <b>Automático</b> Regulación automática del CSS de la Chancadora secundaria	Un valor alto del CSS de la MP origina: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un incremento de granulometría del mineral procesado.</li> <li>• Un incremento de la carga de mineral en el circuito de chancado secundario.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor flujo de alimentación a zarandas secundarias e incluso el aumento de carga circulante.</li> </ul> </li> </ul> Un valor bajo del CSS de la MP origina: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una disminución de la granulometría del mineral procesado.</li> <li>• Un incremento de la potencia consumida por el equipo.</li> <li>• Desgaste apresurado de los componentes del equipo.</li> <li>• Incremento de la posibilidad de detención del equipo por sobre carga, vibraciones y temperatura en sistema de lubricación.</li> </ul>

SUB-PROCESO	VARIABLE DEL PROCESO	RANGOS	MÉTODO DE CONTROL	IMPACTO EN EL PROCESO
Chancado Terciario	Flujo másico de alimentación hacia los HPGRs	1,263.89 t/h por línea 2,527.78 t/h por HPGR	<b>Manual</b> Regulación del setpoint de velocidad de los alimentadores de placa  <b>Automático</b> Regulación de set point de nivel de Hopper	Un flujo alto de mineral alimentado hacia los HPGRs genera: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sobrecarga del HPGR.</li> <li>• El aumento de la granulometría del mineral procesado por desplazamiento de rodillo móvil.</li> <li>• Incremento de posibilidades de detención del HPGR por desviación alta de rodillo móvil.</li> <li>• Desgaste prematuro de studs y componentes del equipo.</li> <li>• Sobre carga del sistema hidráulico de rodillos.</li> </ul> Un flujo bajo de mineral alimentado hacia los HPGRs genera: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La reducción de la eficiencia del equipo al procesar menor cantidad de mineral que el nominal.</li> <li>• Incremento de posibilidades de impacto de mineral sobre rodillos.                 </li> </ul>
Chancado Terciario	Granulometría del producto de HPGR	GAP 0 = 34mm	<b>Manual</b> Regulación del GAP de la chancadora HPGR  <b>Automático</b> Regulación de set point del GAP	Un valor alto de apertura del GAP del HPGR origina: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la carga circulante del circuito de chancado terciario.</li> <li>• Reducción de la eficiencia del HPGR</li> </ul> Un valor bajo de apertura del GAP del HPGR origina: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la potencia consumida.</li> <li>• Desgaste pronunciado de studs de los rodillos y de componentes.</li> <li>• Incremento de las posibilidades de desviación del rodillo móvil.</li> <li>• Sobre carga del sistema hidráulico de rodillos y del sistema motriz del HPGR.                 </li> </ul>

SUB-PROCESO	VARIABLE DEL PROCESO	RANGOS	MÉTODO DE CONTROL	IMPACTO EN EL PROCESO
Chancado Terciario	Velocidad de los HPGRs	20.48 rpm (recomendado) (Ref.)	<b>Manual</b>  Regulación de setpoint de velocidad de rodillos	<p>Una velocidad alta de los HPGRs genera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una sobrecarga del HPGR.</li> <li>• Aumento de la granulometría del mineral procesado por desplazamiento de rodillo móvil.</li> <li>• Incremento de la desviación del rodillo móvil.</li> <li>• Detención del HPGR por desviación alta</li> <li>• Sobrecarga del sistema hidráulico de rodillos y sistema motriz.</li> <li>• Desgaste prematuro de studs y componentes del HPGR.</li> <li>• Bajan los niveles del chute de alimentación del HPGR.</li> <li>• Aumenta la velocidad de los feeders terciarios.</li> </ul> <p>Una velocidad baja de los HPGRs genera:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La reducción de eficiencia del equipo al procesar menor cantidad de mineral que el nominal.</li> <li>• Mayor restricción al flujo.</li> <li>• Acumulación de mineral en el chute de alimentación.</li> <li>• Disminución de velocidad de los feeders terciarios</li> </ul>



SOUTHERN COPPER  
SOUTHERN PERU

## Manual de Operaciones - Ampliación Toquepala

Sub Área: 2300 - Pila de Intermedios, 2400 - Chancado y Clasificación Secundaria,  
2500 - Chancado y Clasificación Terciaria



Proudly for the Technology

SUB-PROCESO	VARIABLE DEL PROCESO	RANGOS	MÉTODO DE CONTROL	IMPACTO EN EL PROCESO
Clasificación con zarandas húmedas.	%Sólidos de alimentación a las zarandas húmedas	Alimentación = 97 % U/S = 30.9 %	<b>Manual/Automático</b> Regulación del agua adicionada al cajón de alimentación a zarandas	Si la densidad del mineral es muy alta la estratificación sobre la zaranda será inadecuada, como resultado una mala separación, gran cantidad de finos en el oversize. Si la densidad del mineral es muy baja genera una mala clasificación en la batería de ciclones. Además implica un gasto excesivo de agua.
Lavado de finos del oversize de la zaranda húmeda	150 m <sup>3</sup> /h por zaranda	<b>Manual/Automático</b> Regulación del flujo de agua hacia los sprays de zarandas	Si el flujo de agua es muy alto, como resultado se tendrá un excesivo lavado de finos y una baja en la densidad de la alimentación a batería de ciclones Además implica un gasto excesivo de agua. Si el flujo de agua es muy bajo genera un lavado deficiente de los finos que se adhieren a las partículas gruesas. Aumentando el porcentaje de humedad del oversize pudiendo provocar desalineamiento de fajas aguas abajo, habrá gran cantidad de finos en el oversize.	

Tabla N° 1.2

Variables de control del proceso chancado secundario y terciario

#### **4. PRINCIPALES PROBLEMAS OPERATIVOS EN CHANCADO SECUNDARIO Y TERCIARIO**

Durante la operación del circuito de chancado secundario y terciario se presentan problemas operativos, los que son resumidos en la siguiente tabla.

<b>PROBLEMA</b>	<b>POSIBLE SOLUCIÓN</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>POSIBLE SOLUCIÓN</b>
Chancadora secundaria MP1250 operando en vacío (más de 30 minutos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detener la chancadora.</li> </ul>	Sobre carga de mineral en la faja transportadora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular el tonelaje de trabajo.</li> <li>• Coordinar con mtto mecánico (monitoreo del fluid drive), instrumental, la calibración de balanza.</li> </ul>
Atoro de la cámara de chancadora MP1250 por excesivo volumen de mineral alimentado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular el flujo de alimentación hacia las MP1250. Considerar abrir el setting.</li> </ul>	Alta recirculación en el chancado secundario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el ajuste de las MP1250 para no tener una sobre carga aguas abajo.</li> <li>• Priorizar la alimentación fresca con los apron feeders centrales del stock pile.</li> </ul>
Diferencial de presión alto en sistema de lubricación y aumento de la capacidad térmica de la bomba de lubricación de las MP1250.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar filtros de aceite de lubricación de la bomba.</li> </ul>	Desalineamiento de faja de transferencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con mtto mecánico para alineamiento de faja.</li> <li>• Inspeccionar los chutes de alimentación hacia la faja para descartar presencia de lajas.</li> </ul>
Patinamiento de las fajas de los feeders secundarios y terciarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con mantenimiento mecánico para tensar la faja.</li> </ul>	Caída de paneles en zarandas secas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspecionar el deck superior e inferior de las zarandas.</li> <li>• Realizar bloqueo y reponer panel caído.</li> </ul>
Detector de metales en faja de chute de transferencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar bloqueo y realizar búsqueda de metal encima de la faja.</li> </ul>	Sobre carrera (over travel) del shuttle head. Falla de posición del Shuttle head	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con mtto instrumental la reparación/reposición del sensor de over travel.</li> <li>• Realizar skew.</li> </ul>
Activación de switch de atoro en chute de transferencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspecionar el chute, aplicar bloqueo y realizar limpieza.</li> </ul>	Skew en HPGRs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspecionar el hopper de HPGR.</li> <li>• Comunicar a Control de Procesos para la regulación del skew.</li> </ul>
Activación de switch de banda rota en faja de transferencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con mtto mecánico para verificación de cortes y/o lengüetas en faja de transferencia.</li> </ul>	Hopper atorado en HPGR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeción del hopper y realizar limpieza.</li> </ul>

PROBLEMA	POSIBLE SOLUCIÓN
Temperatura alta de rodamientos rodillos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con mito mecánico para enfriamiento de los rodillos.</li> <li>• Considerar la posibilidad de bajar la presión de trabajo del HPGR en problema.</li> </ul>
Torque Alto de HPGR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajar la presión de trabajo del HPGR.</li> </ul>
Activaciones del divisor del HPGR.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar sensibilidad del detector de metales del HPGR.</li> <li>• Verificar si están arrancados los magnetos aguas arriba.</li> </ul>
<b>PROBLEMA</b>	
<b>POSIBLE SOLUCIÓN</b>	
Sobrecarga del Tripper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular el flujo de alimentación hacia el Tripper.</li> <li>• Inspeccionar el amperaje de los motores del Tripper.</li> <li>• Inspeccionar y/o realizar limpieza de los rieles del Tripper.</li> </ul>
Perdida de posición del Tripper	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinar con mito eléctrico / instrumental la reposición de la señal del sensor de posición</li> </ul>

**Tabla N° 1.3**

*Posibles soluciones ante problemas en chancado secundario y terciario.*

## REFERENCIAS:

- Filosofía de control ampliación Toquepala PATCT-DA-296260-09-DU-501\_0
- Filosofía de operación ampliación Toquepala PATCT-DA-297100-14-MC-525\_0
- Balance de masa y agua de ampliación Toquepala PATCT-DA-297100-14-MB-001\_1
- PATCT-DA-292100-14-FD-001\_8
- PATCT-DA-292400-14-FD-002\_9
- PATCT-DA-292500-14-FD-501\_9
- PATCT-DA-292500-14-FD-502\_9
- PATCT-DA-292500-14-FD-510\_0
- PATCT-DA-292400-05-GA-508\_7
- PATCT-DA-292500-05-GA-502\_6
- PATCT-DA-292500-05-GA-514\_6
- PATCT-DA-292500-05-GA-515\_6
- PATCT-DA-292300-05-FD-501\_7
- PATCT-DA-292400-05-FD-501\_2
- PATCT-DA-292500-05-FD-501\_4
- M028-017\_292300-5-003\_0\_Cert
- Listado de equipos PATCT-DA-297100-05-EL-502\_2
- Manual de referencia técnica chancadora de cono MP1250 M040-B\_9000-0051-06-12-S\_S-N\_Cert
- Manual de referencia de la chancadora HPGR M001-B\_12109236\_S-N\_Cert
- Data Sheet Zarandas vibratorias M008-002\_30125071\_B\_(CN) y M008-003\_30125072\_D\_(CN)
- Archivo 3D 160090 Toquepala Site 2017-10-18