

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

**Escuela Profesional de Ingeniería de Minas**

**ANÁLISIS DE LAS DISCREPANCIAS EN LA RECONCILIACIÓN  
DE MINERAL ENTRE EL MODELO GEOLÓGICO, MINA Y  
PLANTA EN UNA MINA DE COBRE AL SUR DEL PERÚ,  
DURANTE EL AÑO 2024**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. CARLOS CÉSAR CORONADO SOTO**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO DE MINAS**

**TACNA- PERÚ**

**2026**

# **UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

## **Facultad de Ingeniería**

### **Escuela Profesional de Ingeniería de Minas**

#### **ANÁLISIS DE LAS DISCREPANCIAS EN LA RECONCILIACIÓN DE MINERAL ENTRE EL MODELO GEOLÓGICO, MINA Y PLANTA EN UNA MINA DE COBRE AL SUR DEL PERÚ, DURANTE EL AÑO 2024**

Tesis sustentada y aprobada el 23 de abril del 2026, estando el jurado calificador integrado por:

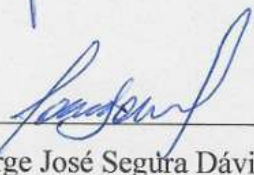
PRESIDENTE:



---

Dr. Dante Ulises Morales Cabrera

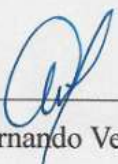
1er MIEMBRO:



---

Dr. Jorge José Segura Dávila

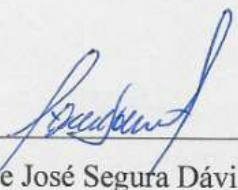
2do MIEMBRO:



---

Ing. Fernando Velasquez Diaz

ASESOR:



---

Dr. Jorge José Segura Dávila

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Dr. Jorge Segura Dávila, en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N° 10028-2025-FAIN/UNJBG de la tesis titulada:

"ANÁLISIS DE LAS DISCREPANCIAS EN LA RECONCILIACIÓN DE MINERAL ENTRE EL MODELO GEOLÓGICO, MINA Y PLANTA EN UNA MINA DE COBRE AL SUR DEL PERÚ, DURANTE EL AÑO 2024", presentada por el Bachiller **Carlos César Coronado Soto** con código N° 2019-101036, para optar título profesional de Ingeniero de Minas.

Que, habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del **software de similitud textual TURNITIN** cuenta con el **nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 02 %** Por lo que, **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciada líneas arriba, la cual está expedita para continuar con los trámites para la obtención de título profesional, según corresponda consiguientemente la publicación en el repositorio institucional.

Tacna, 15 de enero del 2026



FIRMA ASESOR

Nombres y apellidos: Dr. Jorge Segura Dávila

ORCID:.0009-0005-4711-6371

DNI: 00505290



Huella digital



FIRMA TESISTA

Nombres y apellidos: Carlos César Coronado Soto

DNI: 70600981



Huella digital

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de tesis a mi familia, quienes han sido el pilar fundamental a lo largo de mi formación personal y profesional.

A mis padres, por su esfuerzo constante, su sacrificio silencioso y por inculcarme valores que han guiado cada una de mis decisiones. Su apoyo incondicional y confianza en mí han sido la mayor motivación para alcanzar este logro.

A mi hermana, por su compañía, comprensión y palabras de aliento en los momentos más difíciles, y por ser una fuente permanente de inspiración para seguir adelante.

Este trabajo es reflejo del amor, la paciencia y el respaldo que siempre me han brindado. A ustedes, mi eterno agradecimiento

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi sincero agradecimiento a los docentes de la universidad, quienes a lo largo de mi formación académica contribuyeron con sus conocimientos, orientación y experiencia, permitiéndome desarrollar las competencias necesarias para la elaboración del presente trabajo de tesis.

De manera especial, agradezco al Dr. Jorge Segura Dávila, por su asesoría, disposición y valiosos aportes académicos, los cuales fueron fundamentales para el desarrollo y culminación de esta investigación. Su compromiso, exigencia y profesionalismo han sido una guía constante durante todo el proceso.

Asimismo, agradezco profundamente a mi familia por su apoyo incondicional, comprensión y motivación permanente. Su confianza y aliento en cada etapa de este camino académico han sido un soporte esencial para alcanzar este objetivo.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

## RESUMEN

La reconciliación de mineral constituye un proceso fundamental para evaluar la confiabilidad del modelo geológico y su correspondencia con los resultados reales de mina y planta en operaciones de minería superficial. En ese contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las discrepancias en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, de mina y planta en una mina de tipo superficial durante el año 2024. La investigación se justifica por la necesidad de reducir las brechas entre lo estimado y lo ejecutado, dado que dichas discrepancias afectan la planificación minera, la eficiencia operativa y la toma de decisiones económicas. Los resultados obtenidos a partir del análisis de datos operativos mostraron que el tonelaje planificado por el modelo geológico presentó valores mensuales entre 3.07 Mt y 4.47 Mt, mientras que los factores de reconciliación de tonelaje (F1) evidenciaron desviaciones significativas respecto a la unidad, alcanzando valores cercanos a 0.98 en algunos meses y superiores a 1.30 en otros, lo que representa diferencias mayores al 30 %. En cuanto a la ley de cobre, el modelo geológico estimó un promedio aproximado de 0.51 %Cu, observándose desviaciones de ley del orden de  $\pm 1\%$  a  $\pm 3\%$  en la reconciliación con los resultados reales, principalmente asociadas a dilución no planificada. Por su parte, la recuperación metalúrgica presentó un comportamiento más estable, con valores promedio cercanos al 84 % y factores de reconciliación próximos a 1.00. Se concluye que existen discrepancias numéricamente significativas en la reconciliación de mineral, especialmente en el tonelaje, las cuales están vinculadas a factores técnicos y operacionales, evidenciando la necesidad de fortalecer los procesos de planificación y control operativo para mejorar la confiabilidad del sistema de reconciliación minera.

**Palabras clave:** reconciliación de mineral, modelo geológico, tonelaje, ley de cobre, minería superficial, planificación minera, control operativo, factores de reconciliación.

## ABSTRACT

Mineral reconciliation constitutes a fundamental process for evaluating the reliability of the geological model and its correspondence with the actual results obtained in mine and plant operations in open-pit mining. In this context, the objective of the present study was to analyze the discrepancies in mineral reconciliation between the geological model, mine, and plant in an open-pit mine during the year 2024. The study is justified by the need to reduce the gaps between estimated and executed values, as such discrepancies directly affect mine planning, operational efficiency, and economic decision-making. The results obtained from the analysis of operational data showed that the tonnage planned by the geological model ranged monthly between 3.07 Mt and 4.47 Mt, while the tonnage reconciliation factors (F1) exhibited significant deviations from unity, reaching values close to 0.98 in some months and exceeding 1.30 in others, representing differences greater than 30%. Regarding copper grade, the geological model estimated an average value of approximately 0.51% Cu, with grade deviations in the order of  $\pm 1\%$  to  $\pm 3\%$  observed in the reconciliation with actual results, mainly associated with unplanned dilution. On the other hand, metallurgical recovery showed a more stable behavior, with average values close to 84% and reconciliation factors close to 1.00. It is concluded that numerically significant discrepancies exist in mineral reconciliation, particularly in tonnage, which are linked to technical and operational factors, highlighting the need to strengthen planning and operational control processes in order to improve the reliability of the mineral reconciliation system.

Keywords: mineral reconciliation, geological model, tonnage, copper grade, open-pit mining, mine planning, operational control, reconciliation factors.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                             |      |
|-------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA.....                                            | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....                                        | v    |
| RESUMEN.....                                                | vi   |
| ABSTRACT.....                                               | vii  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                       | xi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                      | xiii |
| INTRODUCCIÓN .....                                          | 1    |
| CAPÍTULO I DATOS GENERALES .....                            | 3    |
| 1.1. Título del Trabajo de Investigación.....               | 3    |
| 1.2. Nivel de la investigación .....                        | 3    |
| 1.3. Línea de investigación.....                            | 3    |
| 1.4. Autor .....                                            | 4    |
| 1.5. Asesor.....                                            | 4    |
| 1.6. Lugar donde se realiza la investigación .....          | 4    |
| 1.7. Fecha de inicio y culminación de la investigación..... | 4    |
| CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                | 5    |
| 2.1. Antecedentes .....                                     | 5    |
| 2.2. Descripción y formulación del problema.....            | 6    |
| 2.2.1. Problema general.....                                | 6    |
| 2.2.2. Problemas específicos .....                          | 6    |
| 2.3. Objetivos .....                                        | 7    |
| 2.3.1. Objetivo General .....                               | 7    |
| 2.3.2. Objetivos específicos.....                           | 7    |
| 2.4. Justificación e importancia de la investigación.....   | 7    |
| 2.5. Limitaciones y viabilidad.....                         | 8    |

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6. Hipótesis.....                                               | 9  |
| 2.6.1. Hipótesis general .....                                    | 9  |
| 2.6.2. Hipótesis específicas .....                                | 9  |
| 2.7. Variables.....                                               | 10 |
| 2.7.1. Definición conceptual y operacional de las variables. .... | 10 |
| 2.7.2. Operacionalización de las variables. ....                  | 11 |
| CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO .....                                  | 12 |
| 3.1. Antecedentes del trabajo de investigación .....              | 12 |
| 3.1.1. Antecedentes internacionales .....                         | 12 |
| 3.1.2. Antecedentes nacionales.....                               | 14 |
| 3.2. Bases teóricas sobre el trabajo de investigación .....       | 17 |
| 3.2.1. Reconciliación de mineral: concepto y objetivos.....       | 17 |
| 3.2.2. Modelo geológico y estimación de recursos .....            | 18 |
| 3.1.3. Control de leyes y muestreo .....                          | 18 |
| 3.1.4. Factores operacionales en mina.....                        | 19 |
| 3.1.5. Procesamiento de mineral en planta.....                    | 19 |
| 3.1.6. Causas de discrepancias y errores comunes .....            | 19 |
| 3.1.7. Mejores prácticas y digitalización .....                   | 19 |
| 3.1.8. Modelo de mina .....                                       | 20 |
| 3.1.9. Modelo de planta de procesamiento.....                     | 20 |
| 3.1.10. Discrepancias en la reconciliación.....                   | 21 |
| 3.3. Definición de términos .....                                 | 22 |
| CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO .....                              | 24 |
| 4.1. Tipo y nivel de la investigación .....                       | 24 |
| 4.2. Diseño de la investigación .....                             | 24 |
| 4.3. Población y muestra .....                                    | 24 |
| 4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....         | 25 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos ..... | 25 |
| CAPÍTULO V RESULTADOS .....                                   | 26 |
| CAPÍTULO VI DISCUSIÓN .....                                   | 50 |
| CONCLUSIONES .....                                            | 53 |
| RECOMENDACIONES .....                                         | 55 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                               | 56 |
| ANEXOS .....                                                  | 60 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Operacionalización de las variables.....                 | 11 |
| Tabla 2 Tonelaje mensual – Modelo geológico (LT) .....           | 27 |
| Tabla 3 Ley de cobre mensual – Modelo geológico .....            | 27 |
| Tabla 4 Recuperación metalúrgica – Modelo .....                  | 28 |
| Tabla 5 Factor de reconciliación de TONELAJE (Mina–Planta) ..... | 28 |
| Tabla 6 Factor de reconciliación de LEY de cobre .....           | 29 |
| Tabla 7 Factor de reconciliación de RECUPERACIÓN .....           | 29 |
| Tabla 8 Comparación resumida Modelo vs Real (enero).....         | 29 |
| Tabla 9 Comparación resumida Modelo vs Real (mayo).....          | 30 |
| Tabla 10 Resumen estadístico anual (modelo).....                 | 30 |
| Tabla 11 Clasificación de discrepancias .....                    | 31 |
| Tabla 12 Variabilidad del SG (densidad) .....                    | 33 |
| Tabla 13 Impacto del SG en tonelaje .....                        | 33 |
| Tabla 14 Evidencia de dilución.....                              | 33 |
| Tabla 15 Evidencia de sobre-extracción .....                     | 34 |
| Tabla 16 Causas técnicas .....                                   | 34 |
| Tabla 17 Causas operacionales .....                              | 34 |
| Tabla 18 Causas de gestión.....                                  | 35 |
| Tabla 19 Frecuencia de causas.....                               | 35 |
| Tabla 20 Variables más sensibles .....                           | 35 |
| Tabla 21 Síntesis causal .....                                   | 36 |
| Tabla 22 Brechas identificadas .....                             | 38 |
| Tabla 23 Mejora en geología.....                                 | 39 |
| Tabla 24 Mejora en mina .....                                    | 39 |
| Tabla 25 Mejora en planta.....                                   | 39 |
| Tabla 26 KPI propuestos.....                                     | 39 |
| Tabla 27 Control de reconciliación .....                         | 40 |
| Tabla 28 Dashboard propuesto.....                                | 40 |
| Tabla 29 Impacto esperado .....                                  | 40 |
| Tabla 30 Comparación antes / después .....                       | 41 |
| Tabla 31 Plan de implementación .....                            | 41 |

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 32 Matriz de correlación entre factores de reconciliación .....                                                                 | 41 |
| Tabla 33 Prueba de hipótesis general Discrepancias en la reconciliación de mineral entre modelo geológico, mina y planta (2024) ..... | 46 |
| Tabla 34 Prueba de la hipótesis específica 1 Diferencias entre modelo geológico, producción de mina y planta .....                    | 47 |
| Tabla 35 Prueba de la hipótesis específica 2 Asociación de las desviaciones con factores técnicos, operacionales y de gestión .....   | 48 |
| Tabla 36 Prueba de la hipótesis específica 3 Efecto de estrategias de mejora en planificación y control operativo .....               | 49 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 Tonelaje mensual modelo vs reconciliado.....                                      | 31 |
| Figura 2 Ley de cobre mensual modelo vs reconciliada.....                                  | 32 |
| Figura 3 Evolución del factor F1 (tonelaje y ley) .....                                    | 32 |
| Figura 4 Modelo.....                                                                       | 36 |
| Figura 5 Pareto de causas.....                                                             | 37 |
| Figura 6 Relación F1_TM vs F1_Cu%.....                                                     | 37 |
| Figura 7 Flujo mejorado de reconciliación .....                                            | 42 |
| Figura 8 Escenario actual vs optimizado .....                                              | 42 |
| Figura 9 Ciclo de mejora continua.....                                                     | 43 |
| Figura 10 Tonelaje mensual: Modelo geológico vs Reconciliado mina-planta .....             | 43 |
| Figura 11 Ley de cobre mensual: Modelo geológico vs Reconciliada .....                     | 44 |
| Figura 12 Evolución del factor de reconciliación F1 (Tonelaje y Ley) .....                 | 44 |
| Figura 13 Comparación de ley de cobre por polígono/bloque: Modelo – Mina – Planta<br>..... | 45 |
| Figura14 Tonelaje por polígono: Modelo de bloques vs Mina .....                            | 45 |
| Figura 15 Relación entre ley del modelo de bloques y ley de mina .....                     | 46 |

## INTRODUCCIÓN

La actividad minera moderna exige un alto nivel de precisión en la estimación, extracción y procesamiento del mineral, dado que cualquier desviación entre lo planificado y lo ejecutado puede generar impactos técnicos y económicos significativos. En este contexto, la reconciliación de mineral se constituye como una herramienta fundamental para evaluar la confiabilidad del modelo geológico y su correspondencia con los resultados reales obtenidos en las etapas de mina y planta, especialmente en operaciones de minería superficial donde los volúmenes manejados son elevados y la variabilidad geológica es considerable. El análisis sistemático de las discrepancias entre el modelo geológico, la producción minera y los resultados metalúrgicos permite identificar brechas operativas, mejorar la planificación y fortalecer la toma de decisiones basada en datos reales.

La presente investigación tiene como propósito analizar las discrepancias en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, de mina y planta en una mina de tipo superficial durante el año 2024, considerando variables clave como el tonelaje, la ley del mineral y la recuperación metalúrgica. La importancia de este estudio radica en la necesidad de reducir las diferencias entre las estimaciones del modelo y el desempeño real de la operación, ya que dichas discrepancias influyen directamente en la eficiencia operativa, la confiabilidad de la planificación minera y la sostenibilidad económica del proyecto. Asimismo, el trabajo busca aportar evidencia cuantitativa que permita comprender las causas técnicas, operacionales y de gestión que originan estas desviaciones, así como proponer estrategias orientadas a su reducción.

El desarrollo del presente trabajo de investigación se estructura en seis capítulos principales, además de los apartados complementarios. En el primer capítulo, correspondiente a los datos generales, se presenta el título del trabajo, el nivel y la línea de investigación, así como la identificación del autor, el asesor, el lugar donde se realiza la investigación y el periodo de ejecución del estudio. El segundo capítulo aborda el planteamiento del problema, donde se exponen los antecedentes relevantes, la descripción y formulación del problema general y los problemas específicos, los objetivos de la investigación, la justificación e importancia del estudio, las limitaciones y viabilidad, las hipótesis planteadas y la definición de las variables de estudio.

El tercer capítulo desarrolla el marco teórico, en el cual se presentan los antecedentes del trabajo de investigación a nivel internacional y nacional, así como las bases teóricas relacionadas con la reconciliación de mineral, el modelo geológico y la estimación de recursos, el control de leyes y muestreo, los factores operacionales en mina, el procesamiento de mineral en planta, las causas de las discrepancias y errores comunes, y las mejores prácticas apoyadas en la digitalización. Asimismo, se incluye la definición de los principales términos técnicos utilizados a lo largo de la investigación. El cuarto capítulo corresponde al marco metodológico, donde se describe el tipo y nivel de investigación, el diseño metodológico, la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados para la recolección, procesamiento y análisis de los datos.

En el quinto capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de la información operativa del año 2024, mostrando de manera cuantitativa las discrepancias identificadas en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la mina y la planta. El sexto capítulo está dedicado a la discusión de los resultados, en el cual se interpretan los hallazgos obtenidos y se contrastan con los antecedentes y bases teóricas revisadas. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, seguidas de las referencias bibliográficas utilizadas y los anexos correspondientes, dentro de los cuales se incluye la matriz de consistencia que garantiza la coherencia metodológica de la investigación.

## **CAPÍTULO I**

### **DATOS GENERALES**

#### **1.1. Título del Trabajo de Investigación**

" Análisis de las discrepancias en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, mina y planta en una mina de cobre al sur del Perú, durante el año 2024"

#### **1.2. Nivel de la investigación**

El presente estudio se enmarca en el nivel descriptivo-comparativo. Según Hernández & Mendoza (2023), la investigación descriptiva permite especificar las características y comportamientos de un fenómeno determinado. En este caso, se busca describir cómo se comporta la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la operación en mina y la planta de procesamiento, detallando las propiedades y variaciones que se presentan en cada etapa del proceso.

A su vez, el enfoque comparativo permite identificar y analizar las diferencias existentes entre las cantidades y calidades de mineral estimadas, extraídas y procesadas. Este nivel es adecuado porque permite contrastar los datos obtenidos en las tres etapas y así determinar las discrepancias que afectan la eficiencia y la confiabilidad del proceso minero.

#### **1.3. Línea de investigación**

La presente investigación titulada se encuentra directamente alineada con la línea de investigación denominada *Ingeniería y Tecnología para el Desarrollo Regional*; dicha línea promueve el diseño y aplicación de modelos, tecnologías y soluciones innovadoras aplicables a procesos industriales, productivos y extractivos, con el fin de generar un impacto positivo en el desarrollo sostenible, eficiente y competitivo de la región. En ese marco, la minería, por ser una de las principales actividades económicas del país, representa un sector estratégico donde la innovación tecnológica puede marcar una gran diferencia.

El estudio de la reconciliación de mineral entre las etapas del modelo geológico, la explotación minera y el procesamiento en planta es un componente clave dentro de la gestión minera moderna; las discrepancias que suelen producirse entre lo estimado, lo extraído y lo realmente procesado, generan no solo pérdidas económicas, sino también

incertidumbre en los procesos de planificación y reportabilidad. Abordar esta problemática desde una perspectiva técnica y con el uso de herramientas de control y evaluación rigurosas, permite reducir brechas de información, optimizar recursos y tomar decisiones más acertadas.

En ese sentido, la presente investigación no solo se enfoca en detectar y analizar estas discrepancias, sino también en proponer estrategias metodológicas y tecnológicas que puedan integrarse de forma práctica en la operación diaria de una unidad minera. Este enfoque responde al espíritu de la línea de investigación mencionada, al fomentar la incorporación de soluciones que mejoren los procesos industriales y extractivos con una mirada hacia la sostenibilidad regional. Además, el estudio representa un aporte significativo en el fortalecimiento del conocimiento aplicado en minería, contribuyendo al desarrollo de prácticas más eficientes, sostenibles y alineadas con las necesidades actuales del sector.

#### **1.4. Autor**

Carlo César Coronado Soto

#### **1.5. Asesor**

Dr. Jorge Segura Dávila

#### **1.6. Lugar donde se realiza la investigación**

La investigación se desarrollará en una mina de tipo superficial, ubicada en el sur del Perú, en la región de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, distrito de Torata. Está situada entre los 3,150 y 3,500 metros sobre el nivel del mar en la Cordillera Occidental de los Andes, aproximadamente a 30 km al noreste de la ciudad de Moquegua.

#### **1.7. Fecha de inicio y culminación de la investigación**

Los datos corresponden al periodo comprendido entre los meses de junio a noviembre del año 2024.

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.1. Antecedentes**

La reconciliación de minerales, implica la comparación entre las estimaciones del modelo geológico, la producción real de la mina y los resultados de la planta de procesamiento, es una práctica esencial en la industria minera global, esta comparación permite identificar discrepancias que pueden afectar la eficiencia operativa y la rentabilidad de los proyectos mineros. Según Sadeghi et al. (2018), la reconciliación efectiva es fundamental para optimizar la recuperación de metales y garantizar una gestión adecuada de los recursos minerales. A su vez Subramanian et al. (2016) destacan que las fluctuaciones en las reconciliaciones periódicas entre la mina y la planta son comunes y pueden deberse a errores en las estimaciones de tonelaje y ley del material extraído, así como a errores en la evaluación del material procesado por la planta. Estas discrepancias pueden enmascarar problemas sutiles, pero económicamente significativos que pueden tardar años en identificarse y resolverse. A su vez Vasebi et al. (2012) señalan que el movimiento del material durante las voladuras puede afectar la precisión de las estimaciones de ley, lo que a su vez impacta en la reconciliación entre el modelo geológico y la producción real.

Perú, siendo uno de los principales productores de cobre a nivel mundial, enfrenta desafíos similares en la reconciliación de minerales. El informe técnico de la mina Cerro Verde, destaca la importancia de mantener modelos geológicos precisos y actualizados para garantizar estimaciones confiables de recursos y reservas minerales. Asimismo, se señala que factores como la dilución y la pérdida de mineral durante la extracción pueden influir en las discrepancias observadas entre las estimaciones y la producción real. En el caso de la mina Constancia, operada por Hudbay Minerals, se ha implementado un enfoque proactivo de reconciliación para monitorear e integrar las operaciones de minería y molienda, lo que ha permitido mejorar la precisión de las estimaciones y optimizar la recuperación de metales. Por otro lado, el informe técnico de la mina Antamina (2024) resalta la necesidad de realizar reconciliaciones periódicas entre los modelos geológicos y la producción real para identificar y corregir posibles desviaciones que puedan afectar la eficiencia operativa.

En un contexto local, la mina en estudio ha presentado discrepancias significativas en la reconciliación de minerales entre el modelo geológico, la producción de la mina y los resultados de la planta de procesamiento. Estas discrepancias han generado preocupaciones respecto a la precisión de las estimaciones de recursos, la eficiencia de las operaciones mineras y la efectividad de los procesos de concentración de minerales. La falta de alineación entre las estimaciones del modelo geológico y la producción real puede deberse a diversos factores, incluyendo errores en la interpretación geológica, variaciones en la ley del mineral, pérdidas durante la extracción y procesamiento, y limitaciones en los sistemas de control de calidad y aseguramiento de la información.

Dada la importancia económica y estratégica de la mina de cobre, es crucial identificar y analizar las causas de estas discrepancias para implementar medidas correctivas que mejoren la precisión de las estimaciones y optimicen la eficiencia operativa. En ese sentido, se plantearon las siguientes interrogantes de investigación.

## **2.2. Descripción y formulación del problema**

### **2.2.1. Problema general**

- ¿Cuáles son las discrepancias en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la mina y la planta en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024?

### **2.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las diferencias entre los resultados del modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en el proceso de reconciliación de mineral en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024?
- ¿Cuáles son las principales causas de las desviaciones identificadas en la reconciliación de mineral, considerando factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024?
- ¿Qué estrategias y mejoras en los procesos de planificación y control operativo pueden proponerse para reducir las discrepancias en la reconciliación de mineral y optimizar la eficiencia en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024?

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1. *Objetivo General***

- Analizar las discrepancias en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

### **2.3.2. *Objetivos específicos***

- Identificar y analizar las diferencias entre los resultados del modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en el proceso de reconciliación de mineral en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.
- Evaluar las causas de las desviaciones en la reconciliación de mineral, considerando factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.
- Proponer estrategias y mejoras en los procesos de planificación y control operativo para reducir las discrepancias en la reconciliación de mineral y optimizar la eficiencia en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

## **2.4. Justificación e importancia de la investigación.**

En el contexto de la minería moderna, la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento representa un proceso fundamental para garantizar la confiabilidad de los recursos minerales, la eficiencia de las operaciones y la sostenibilidad económica del proyecto. A pesar de los avances tecnológicos en modelamiento geológico y control de leyes, numerosas operaciones mineras continúan enfrentando discrepancias significativas en los balances de masa y ley entre las tres etapas mencionadas; las cuales no solo comprometen la precisión de las proyecciones económicas, sino que también impactan directamente en la planificación a corto, mediano y largo plazo, afectando decisiones estratégicas de producción.

El presente proyecto se justifica por la necesidad de comprender en profundidad las causas estructurales, operativas y metodológicas que generan tales discrepancias. A menudo, estas se originan en diversos factores interrelacionados, como las limitaciones en el muestreo y la densidad de datos del modelo geológico, desviaciones en la ejecución del plan de minado, pérdidas y diluciones no previstas, así como variabilidad en el

comportamiento mineralógico y metalúrgico del material procesado. En muchos casos, estas discrepancias no se abordan de forma sistemática, lo que lleva a la acumulación de errores operativos y contables, afectando la toma de decisiones de los responsables técnicos y económicos del proyecto.

En ese sentido, bajo un enfoque técnico, el proyecto contribuirá al desarrollo de un análisis integral y metodológicamente riguroso de los desbalances de reconciliación. A través de la identificación de patrones de discrepancia y el análisis cuantitativo de las desviaciones en cada etapa (modelo, mina y planta), ya que se buscará no solo comprender el origen de las diferencias, sino también establecer un marco de control más eficiente, orientado a mejorar la precisión de los modelos, la ejecución del plan minero y la eficiencia metalúrgica. Este enfoque permitirá la formulación de propuestas concretas para optimizar los procesos de control de calidad, estimación de reservas, diseño de mallas de perforación y muestreo, así como el seguimiento de resultados en tiempo real.

La importancia de esta investigación radica en la aplicación inmediata en la mina de cobre objeto de estudio, generando beneficios operativos concretos. Entre estos se encuentran la mejora en la precisión de los balances de masa y ley, la reducción de pérdidas no contabilizadas entre el modelo geológico, la operación en mina y la planta de procesamiento, así como la identificación de brechas críticas en los procesos de extracción y tratamiento del mineral. Además, el fortalecimiento de los sistemas de control geo metalúrgico permitirá a la operación implementar prácticas más robustas y eficientes en su gestión de reconciliación, impactando positivamente en la confiabilidad de la planificación minera y en la rentabilidad general del proyecto. De igual forma, esta mejora contribuirá al desarrollo de una cultura operativa basada en la trazabilidad, la mejora continua y la toma de decisiones estratégicas sustentadas en datos reales y consistentes, elevando así los estándares de eficiencia, sostenibilidad y competitividad de la mina

En términos académicos, la investigación también representa un aporte valioso al conocimiento especializado sobre reconciliación minera, un campo que, si bien es ampliamente reconocido como esencial, ha sido escasamente abordado con profundidad en investigaciones científicas locales.

## **2.5. Limitaciones y viabilidad.**

En primer lugar, la disponibilidad y calidad de los datos representan una posible restricción, ya que la información proveniente del modelo geológico, de la operación

minera y de la planta puede variar en precisión; asimismo, existen posibles limitaciones derivadas de la confidencialidad de algunos registros operativos, lo cual podría restringir el acceso completo a información sensible, como modelos económicos, leyes marginales de corte o parámetros metalúrgicos específicos.

Otra limitación relevante está asociada a la variabilidad geológica natural del yacimiento, que podría dificultar la estandarización de criterios para la reconciliación a lo largo del tiempo o entre distintas zonas del tajo. Además, factores operativos impredecibles, como cambios en el plan de minado, modificaciones en la secuencia de extracción o ajustes no previstos en la planta de procesamiento, pueden influir en los resultados observados durante el periodo de análisis.

En cuanto a la viabilidad del proyecto, podrá ser alta tanto en el plano técnico como logístico. En primer lugar, se cuenta con el respaldo de una operación minera en funcionamiento, lo que asegura el acceso a datos reales de producción, planificación y procesamiento durante el año 2024. Asimismo, la disponibilidad de herramientas informáticas especializadas, como softwares de modelamiento geológico y control metalúrgico, permite llevar a cabo un análisis detallado, riguroso y reproducible. Además, la experiencia técnica del personal involucrado en las distintas áreas (geología, planeamiento, operaciones y planta) garantiza el soporte adecuado para el levantamiento y validación de la información, así como para la interpretación de los resultados.

En suma, a pesar de existir ciertos desafíos inherentes al contexto operativo, el proyecto es plenamente viable y cuenta con las condiciones técnicas, humanas y materiales necesarias para su desarrollo exitoso, con el potencial de generar resultados relevantes y aplicables para la mejora de la gestión minera.

## **2.6. Hipótesis**

### **2.6.1. *Hipótesis general***

- Existen discrepancias significativas en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

### **2.6.2. *Hipótesis específicas***

- Existen diferencias significativas entre los resultados del modelo geológico, la producción minera y los datos de planta en el proceso de reconciliación de mineral en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

- Las desviaciones en la reconciliación de mineral están asociadas a factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.
- La implementación de estrategias de mejora en los procesos de planificación y control operativo reduce significativamente las discrepancias en la reconciliación de mineral y optimiza la eficiencia en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

## **2.7. Variables.**

### **2.7.1. Definición conceptual y operacional de las variables.**

#### **- Definición conceptual**

La reconciliación de mineral se entiende como el proceso sistemático de comparación entre los datos estimados por el modelo geológico, los reportes de producción de la mina y los registros metalúrgicos de la planta, con el fin de identificar diferencias en cuanto a tonelaje, leyes de mineral y recuperación. Estas discrepancias pueden deberse a múltiples factores técnicos, operacionales o de gestión (Herrera & Mayorga, 2020; Parker, 2012).

#### **- Definición operacional**

Según Chierigati et al. (2019), la reconciliación operativa se mide mediante el análisis de variaciones en tonelaje y leyes metálicas entre el modelo geológico, la producción minera y la planta concentradora. Para esta investigación, se utilizarán datos de reconciliación mensual del año 2024, midiendo las diferencias porcentuales acumuladas entre los valores planificados (modelo), ejecutados (mina) y recuperados (planta), para identificar desviaciones significativas en la cadena operativa del mineral.

### 2.7.2. Operacionalización de las variables.

Tabla 1 Operacionalización de las variables.

| VARIABLE                                                                    | DEFINICIÓN CONCEPTUAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DEFINICIÓN OPERACIONAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DIMENSIONES                                                | INDICADORES                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Variable Principal:</b><br>Discrepancias en la reconciliación de mineral | La reconciliación de mineral se entiende como el proceso sistemático de comparación entre los datos estimados por el modelo geológico, los reportes de producción de la mina y los registros metalúrgicos de la planta, con el fin de identificar diferencias en cuanto a tonelaje, leyes de mineral y recuperación. Estas discrepancias pueden deberse a múltiples factores técnicos, operacionales o de gestión (Herrera & Mayorga, 2020; Parker, 2012). | Según Chierregati et al. (2019), la reconciliación operativa se mide mediante el análisis de variaciones en tonelaje y leyes metálicas entre el modelo geológico, la producción minera y la planta concentradora. Para esta investigación, se utilizarán datos de reconciliación mensual del año 2024, midiendo las diferencias porcentuales acumuladas entre los valores planificados (modelo), ejecutados (mina) y recuperados (planta), para identificar desviaciones significativas en la cadena operativa del mineral. | Modelo Geológico, Producción de Mina, Planta Concentradora | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencia de tonelaje estimado vs. real</li> <li>• Diferencia en leyes del mineral</li> <li>• Porcentaje de recuperación metalúrgica</li> <li>• Variación mensual en reconciliaciones</li> <li>• Causas identificadas de desviaciones</li> </ul> |

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes del trabajo de investigación

##### 3.1.1. Antecedentes internacionales

Olmos et al. (2023) en su artículo científico “*Reducción de errores en las estimaciones de planificación minera a largo plazo utilizando modelos de aprendizaje profundo*” plantearon como objetivo reducir las discrepancias entre los modelos de planificación minera a largo y corto plazo, a través de la aplicación de modelos basados en aprendizaje profundo para estimar con mayor precisión la ley del mineral en una mina de cobre ubicada en Chile. Para ello, emplearon redes neuronales de propagación hacia adelante, redes neuronales convolucionales unidimensionales y modelos de memoria a largo plazo, trabajando con un conjunto de datos depurado compuesto por 545,768 muestras. La arquitectura de cada modelo se ajustó utilizando la técnica de validación cruzada por pliegues, optimizando parámetros como el número de capas, la cantidad de neuronas, las funciones de activación y el tamaño del núcleo. El rendimiento de los modelos fue evaluado mediante métricas como el error absoluto medio, el error cuadrático medio y el coeficiente de determinación, en comparación con estimaciones realizadas por métodos tradicionales de la industria minera. Los resultados demostraron mejoras sustanciales en la precisión de las estimaciones, concluyéndose que el uso de aprendizaje profundo representa una herramienta eficaz para la planificación minera.

Sumoza (2024) en su artículo científico “Optimización de predicciones a corto plazo en minería subterránea mediante la reconciliación de modelos de bloques y datos de procesamiento en planta” tuvo como propósito mejorar la precisión de las estimaciones a corto plazo en minería subterránea mediante la comparación entre los datos teóricos de tonelaje y ley de oro y plata del modelo de bloques y los resultados reales reportados por la planta durante un mes de operación. Para ello, se analizaron nueve zonas minadas, evaluando las discrepancias entre lo proyectado y lo realmente producido, identificándose la dilución como un factor clave en las diferencias observadas. La metodología consistió en una reconciliación detallada entre ambos conjuntos de datos, tomando como base estudios previos que destacan la importancia de incorporar este tipo de análisis para lograr estimaciones más realistas. Los resultados revelaron que la dilución ocasiona una reducción en la ley promedio del mineral extraído respecto a lo estimado originalmente.

Como conclusión, se propuso un enfoque de reconciliación optimizado que permite mejorar la planificación operativa, fortalecer la gestión de recursos y aumentar la sostenibilidad y eficiencia de las actividades mineras subterráneas.

Sadeghi et al. (2018) en su artículo científico “*Conciliación de datos de plantas de procesamiento de minerales, incluidas las restricciones del balance de masa mineral*” tuvieron como finalidad desarrollar un método de conciliación de datos que incorporara tanto los balances de materiales como la información estequiométrica de minerales, con el fin de estimar de forma más precisa la composición mineral balanceada, los ensayos químicos y los caudales de diversas corrientes dentro de una planta de procesamiento de minerales. La metodología consistió en aplicar este enfoque a datos reales y compararlo con métodos tradicionales de conciliación, evaluando el desempeño mediante la varianza de las variables conciliadas. Los resultados evidenciaron que el método propuesto ofrecía una reducción significativa en la varianza y permitía una estimación más exacta de la composición mineral en comparación con técnicas convencionales. Se concluyó que, al considerar las restricciones del balance de masa mineral, este modelo ofrecía una herramienta más robusta para analizar el rendimiento operativo de las unidades de procesamiento, facilitando decisiones más informadas y confiables en el ámbito de la ingeniería metalúrgica.

Vasebi et al. (2012) en su artículo científico “*Conciliación dinámica de datos en plantas minerales y metalúrgicas*” plantearon como propósito analizar y comparar los observadores más utilizados en la conciliación dinámica de datos aplicados a plantas de procesamiento mineral y metalúrgico. Para ello, emplearon como metodología la simulación de una unidad de separación y un circuito de flotación, evaluando el comportamiento de los distintos observadores mediante la reducción de la varianza en los datos obtenidos. Los resultados mostraron que cada método presentaba ventajas y limitaciones específicas según la complejidad del modelo y la dinámica del proceso, destacando la tensión existente entre la precisión de las estimaciones y la dificultad de construir modelos detallados. Se concluyó que, aunque la conciliación dinámica mejora la calidad de los datos operacionales, su efectividad depende del tipo de observador, la correcta estimación de parámetros y la capacidad para manejar no linealidades, ecuaciones bilineales y errores significativos en el sistema, lo que requiere un equilibrio cuidadoso entre esfuerzo computacional y beneficio práctico en entornos industriales reales.

Braga de Castro et al. (2024), en su artículo titulado *“Geometallurgical modeling and reconciliation with production data in a phosphate mine”*, plantearon como propósito evaluar el papel de la modelización geometalúrgica integrada con los datos operativos de producción en una mina de fosfato, con el fin de entender y reducir las discrepancias entre las predicciones del modelo y los datos reales de planta. Para ello, emplearon como metodología la construcción de un modelo geometalúrgico que combina variables geológicas y metalúrgicas con los resultados reales de producción, evaluando la concordancia entre las predicciones del modelo y los datos medidos durante el procesamiento. Los resultados mostraron que la integración del modelo geometalúrgico con datos de producción permite una mejor correlación entre la variabilidad del mineral y el rendimiento de la planta, reduciendo las diferencias entre los valores previstos por el modelo y los observados en operación. Se concluyó que la reconciliación entre modelos geometalúrgicos y datos reales de producción es una herramienta clave para mejorar la representatividad de los modelos predictivos y, por ende, optimizar la toma de decisiones operativas y económicas en procesos mineros internacionales.

### **3.1.2. Antecedentes nacionales**

Cuellar & Del Carpio (2024) en su investigación *“Aplicación de factores de reconciliación minera para validar los modelos de reservas y verificar el nivel de confianza con la producción de planta de procesos de una mina a cielo abierto en la sierra norte del Perú”* tuvieron por propósito validar los modelos de reservas mediante la aplicación de factores de reconciliación minera, con el fin de evaluar su correspondencia con la producción real de una mina a cielo abierto ubicada en la sierra norte del Perú. El estudio se apoyó en el análisis de datos provenientes de la planta de procesos, contrastándolos con los modelos dinámicos y de reservas generados por el área de planificación. A través del cálculo de los factores F1, F2 y F3, se identificaron discrepancias entre las proyecciones y los resultados operativos, lo que permitió ajustar y mejorar la precisión de dichos modelos. Los resultados evidenciaron que la reconciliación minera es una herramienta eficaz para incrementar la confiabilidad en la declaración de reservas, lo cual repercute en una planificación más certera y rentable. En conclusión, se determinó que este enfoque favoreció la optimización de procesos, minimizó pérdidas económicas y fortaleció la toma de decisiones estratégicas dentro del ciclo productivo minero.

Ispilco (2022) en su investigación *“Evaluación de la reconciliación de leyes de mineral entre la mina y el PAD de lixiviación del yacimiento epitermal de alta sulfuración*

*Ancos, Apurímac*” tuvo por propósito evaluar la reconciliación de leyes de mineral entre la mina y el pad de lixiviación en el yacimiento epitermal de alta sulfuración Ancos, ubicado en Apurímac. La investigación tuvo como propósito validar la consistencia de variables clave como densidad, humedad, leyes de oro diarias, número de viajes y capacidad de los volquetes mediante el análisis de reportes operativos diarios. Se verificó en campo el cumplimiento de los protocolos de muestreo y análisis tanto en el proceso de carguío como en la descarga hacia el pad. A través de un consenso entre las leyes reportadas por ambas áreas, se aplicaron las reglas N°1 y N°2 para corregir variaciones elevadas en los datos originales. Finalmente, mediante la prueba estadística de Kruskal-Wallis, se logró determinar una reducción significativa en las discrepancias, permitiendo una reconciliación más precisa y fiable, lo que contribuyó a una mejor gestión del control de leyes y optimización de procesos metalúrgicos.

López (2021) en su investigación *“Análisis de factores que influyen en la reconciliación de reservas en un pórfido del segmento sur del Batolito de la costa”* tuvo por propósito analizar los factores que inciden en la reconciliación de reservas en un yacimiento tipo pórfido ubicado en el segmento sur del batolito de la costa. La investigación empleó una metodología aplicada con enfoque descriptivo y explicativo, evaluando semanal, mensual, trimestral y anualmente las discrepancias entre el mineral estimado por planeamiento, el enviado por mina y el recibido en planta. Se realizó un análisis detallado de variables estadísticas, geoestadísticas, operativas y tecnológicas que afectan los modelos de reconciliación a diferentes escalas. Los resultados revelaron que los factores estadísticos y geoestadísticos influyeron en la precisión del modelo de bloques a largo plazo frente al de corto plazo; mientras que los factores operativos impactaron la relación entre el modelo de corto plazo y los polígonos de control de mena. Asimismo, los factores tecnológicos condicionaron la coherencia entre los reportes de despacho minero y los datos de planta. En conclusión, se evidenció la necesidad de integrar dichos factores para optimizar el sistema de reconciliación minera.

Mandujano (2021) en su investigación *“Modelo de reconciliación para el mejoramiento de la estimación de los planes de minado a corto plazo”* tuvo por propósito desarrollar un modelo de reconciliación que permitiera mejorar la estimación de reservas en los planes de minado a corto plazo, ante la problemática generada por la dependencia de modelos de largo plazo, que ocasionaban sobreestimaciones o subestimaciones. Se aplicó una metodología cuantitativa, de diseño no experimental, utilizando el análisis estadístico como herramienta principal para establecer factores de ajuste en la

reconciliación. Los resultados indicaron una variación máxima del 5 % en el tonelaje de polígonos minados y diferencias superiores al 10 % entre los modelos de corto y largo plazo, así como respecto al mineral reportado por mina, reflejando una baja eficiencia operativa. Sin embargo, con la implementación del modelo propuesto, se logró una mejora del 7 % en la estimación del tonelaje y un incremento del 3 % en la precisión de la ley de oro. Se concluyó que la reconciliación permitió afinar significativamente las proyecciones de corto plazo, fortaleciendo la planificación minera.

Vila (2023) en su investigación *“Uso de la reconciliación para reducir la incertidumbre de la ley en la estimación de recursos minerales en la Mina San Rafael”* tuvo por propósito reducir la incertidumbre en la estimación de leyes de mineral en la Mina San Rafael, utilizando la reconciliación como herramienta principal. El objetivo fue identificar y corregir las discrepancias entre las leyes estimadas y las reales, centrándose específicamente en el área de geología, donde se detectaron fallas en las reconciliaciones previas. Se empleó una metodología basada en la implementación de buenas prácticas extraídas de códigos internacionales, manuales especializados y experiencias exitosas en otras operaciones mineras. Entre las mejoras aplicadas destacaron el uso de impactos de taladros en la generación del sólido geológico, la definición precisa de dominios en vetas y el ajuste del top cut mediante análisis estadísticos y tablas de cuantiles. Los resultados mostraron una disminución notable en la incertidumbre de las leyes y un impacto económico significativo. En conclusión, al comparar los escenarios antes y después de las mejoras, se evidenció un aumento en el valor actual neto (VAN) de \$30 millones, demostrando la efectividad del nuevo enfoque en la estimación de recursos.

Leiva (2025), en su trabajo de investigación titulado *“Implementación de método de conciliación de recursos minerales para optimizar la estimación de la ley de oro en el programa mensual de extracción en una mina convencional en el sur del Perú”*, tuvo como propósito evaluar cómo la implementación de un método de reconciliación de recursos minerales puede optimizar la estimación de leyes de mineral en la programación mensual de extracción de una mina subterránea convencional ubicada en el sur del Perú. Para ello, empleó como metodología la recopilación y análisis de información histórica de planificación y producción, así como la aplicación de procesos de reconciliación que permiten comparar la ley planificada con la ley real medida externamente por laboratorio, incorporando factores de ajuste para reducir discrepancias. Los resultados mostraron que, tras aplicar el método de conciliación y sus factores de ajuste, se logró una reducción significativa de la variación entre la ley planificada y la real, alcanzando un porcentaje de

diferencia del 3 % con respecto a la ley inicialmente prevista. Se concluyó que la implementación de procesos de reconciliación sistemáticos contribuye a mejorar la precisión de las estimaciones de ley y la gestión de dilución, fortaleciendo la confianza en la programación minera y reduciendo la incertidumbre en los resultados de producción.

Chuquilin (2024), en su investigación titulada *“Propuesta de reconciliación proactiva para empresas mineras a cielo abierto en el Perú”*, planteó como propósito elaborar una propuesta metodológica de reconciliación que permita anticipar y corregir las discrepancias entre los modelos de planificación minera y los datos reales de producción, en lugar de aplicar la reconciliación solo al final de los procesos operativos. Para ello, empleó como metodología un análisis crítico del proceso convencional de reconciliación, identificando sus limitaciones y cuellos de botella, seguido del diseño de un enfoque proactivo que integra la reconciliación de datos en tiempo casi real dentro de las operaciones de mina a cielo abierto. Los resultados mostraron que un enfoque de reconciliación proactiva posibilita la identificación temprana de desvíos entre los valores planificados y los observados en producción, lo que permite implementar acciones correctivas antes de que las discrepancias afecten significativamente los resultados operativos y económicos. Se concluyó que la adopción de una reconciliación proactiva, que combina herramientas analíticas y procedimientos estandarizados de monitoreo, mejora la gestión de discrepancias, reduce la incertidumbre en la estimación de parámetros clave y contribuye a una mejor toma de decisiones en empresas mineras peruanas a cielo abierto.

### **3.2. Bases teóricas sobre el trabajo de investigación**

#### ***3.2.1. Reconciliación de mineral: concepto y objetivos***

La reconciliación de mineral es una herramienta clave en la gestión minera, que permite evaluar y comparar los resultados proyectados en el modelo geológico con los datos obtenidos en las etapas de explotación (mina) y procesamiento (planta). Esta comparación busca identificar desviaciones, ajustar estrategias operativas y mejorar la planificación futura (Dominy, 2002).

La reconciliación permite analizar tres ejes fundamentales: el volumen (tonelaje), la ley del mineral (contenido metálico) y el valor económico. Según Chieregati et al. (2019), una reconciliación efectiva contribuye a controlar pérdidas de mineral, optimizar la rentabilidad del negocio y reducir las incertidumbres operativas.

### **3.2.2. *Modelo geológico y estimación de recursos***

El modelo geológico es la representación conceptual y numérica del yacimiento mineral, construida a partir de información geológica, estructural, litológica, geoquímica y mineralógica obtenida durante las etapas de exploración y evaluación. Este modelo permite describir la geometría del cuerpo mineralizado y la distribución espacial de leyes y tonelajes, constituyéndose como la base fundamental para la estimación de recursos minerales. Desde un enfoque teórico, el modelo geológico busca reducir la incertidumbre asociada a la variabilidad natural del yacimiento mediante el uso de métodos de interpolación y estimación geoestadística, como el kriging ordinario, kriging indicador y métodos determinísticos, los cuales permiten inferir valores en zonas no muestreadas a partir de datos conocidos (Journel & Huijbregts, 1978).

La calidad del modelo geológico está directamente relacionada con la densidad de sondajes, la representatividad de las muestras y la correcta interpretación geológica del yacimiento. Errores en el muestreo, sesgos en la preparación de muestras o una interpretación geológica deficiente pueden generar desviaciones significativas entre las leyes estimadas y las reales. En este sentido, la teoría de la estimación de recursos reconoce que todo modelo geológico contiene incertidumbre inherente, la cual debe ser gestionada mediante validaciones, reconciliaciones y retroalimentación continua con los datos de producción (Rossi & Deutsch, 2014).

Asimismo, el modelo geológico no es estático, sino que debe actualizarse constantemente conforme se obtiene nueva información durante la operación minera. La reconciliación entre el modelo geológico y los datos reales de producción permite identificar zonas de sobreestimación o subestimación de leyes y tonelajes, facilitando ajustes que mejoren la confiabilidad del modelo. Este proceso es especialmente relevante en minería superficial, donde la exposición progresiva del yacimiento permite contrastar rápidamente las estimaciones con la realidad operacional (Dominy, O'Connor & Parbhakar-Fox, 2018).

### **3.1.3. *Control de leyes y muestreo***

El control de leyes es un componente fundamental para reducir la incertidumbre entre lo modelado y lo extraído. Hohn (1991) señalan que una estrategia de muestreo mal diseñada introduce sesgos sistemáticos y errores aleatorios, afectando directamente la confiabilidad del modelo.

La ley del mineral puede verse alterada por varios factores operativos como dilución, contaminación o errores en la tronadura. Según Smee et al. (2024), se deben

establecer protocolos rigurosos de control de calidad del muestreo (QA/QC) para minimizar el impacto de estas variables.

#### ***3.1.4. Factores operacionales en mina***

La etapa de extracción minera es especialmente vulnerable a variaciones imprevistas que afectan la reconciliación. Entre los factores más relevantes están:

- **Dilución no planificada:** Ingreso de material estéril mezclado con mineral
- **Pérdida de mineral:** Por diseño inadecuado del patrón de perforación o mala ejecución
- **Desviaciones del plan de minado:** Estas resultan en extracción de zonas no contempladas en el modelo.

Estos factores hacen que lo extraído difiera del modelo y afecte la continuidad operacional, incrementando los costos por reprocesamiento o baja recuperación.

#### ***3.1.5. Procesamiento de mineral en planta***

La planta de beneficio introduce otra capa de complejidad en la reconciliación. Las pérdidas metalúrgicas, la variabilidad en la dureza del mineral, la granulometría y la mineralogía pueden afectar significativamente los resultados.

Wills & Finch (2015) destacan que la eficiencia del proceso metalúrgico depende de parámetros como el pH, la cinética de flotación, el tipo de reactivos y la estabilidad de las operaciones unitarias. Una mala clasificación del mineral (por ejemplo, enviar material refractario sin tratamiento previo) puede generar pérdidas importantes.

#### ***3.1.6. Causas de discrepancias y errores comunes***

Dominy (2002) clasifica las causas de discrepancias en tres tipos:

- **Errores sistemáticos:** por sesgos de muestreo o modelos geológicos sobreajustados.
- **Errores aleatorios:** inherentes a la variabilidad natural del depósito.
- **Errores operacionales:** por fallas humanas, mala ejecución de diseño o controles deficientes.

Un análisis adecuado de reconciliación debe identificar cuál de estos factores predomina y generar planes de acción para corregirlos.

#### ***3.1.7. Mejores prácticas y digitalización***

El uso de herramientas tecnológicas como software de reconciliación modelamiento en 3D, y sistemas de monitoreo en tiempo real, ha demostrado ser eficaz para reducir discrepancias (Nageshwaranier, 2018). Además, la implementación de dashboards y reportes automáticos mejora la trazabilidad y la toma de decisiones.

### ***3.1.8. Modelo de mina***

El modelo de mina es una extensión operativa del modelo geológico y constituye la herramienta principal para la planificación y programación de la explotación minera. Este modelo integra información geológica con parámetros técnicos, económicos y operativos, tales como la dilución, la recuperación minera, los límites de corte, la secuencia de minado y las restricciones geotécnicas. En minería a cielo abierto, el modelo de mina define el diseño de bancos, taludes y fases de explotación, permitiendo establecer planes de producción a corto, mediano y largo plazo (Hustrulid, Kuchta & Martin, 2013).

Desde el punto de vista teórico, las discrepancias entre el modelo geológico y el modelo de mina se originan principalmente por la incorporación de supuestos operativos que modifican las estimaciones originales de ley y tonelaje. Factores como la dilución no planificada, las pérdidas de mineral y las variaciones en el control de leyes pueden generar diferencias sustanciales entre lo estimado y lo realmente extraído. Estas discrepancias se vuelven críticas cuando el modelo de mina no es retroalimentado adecuadamente con los resultados reales de producción (Runge, 1998).

La reconciliación minera cumple un rol clave en la validación del modelo de mina, ya que permite comparar los valores planificados con los valores reales obtenidos durante la explotación. Este proceso facilita la identificación de desviaciones sistemáticas y la aplicación de factores de ajuste que mejoran la precisión de la planificación. Teóricamente, un modelo de mina bien reconciliado contribuye a una mayor confiabilidad en la toma de decisiones estratégicas y operativas, optimizando el uso del recurso mineral y reduciendo el riesgo económico asociado a la incertidumbre (Whittle, 2015).

### ***3.1.9. Modelo de planta de procesamiento***

El modelo de planta de procesamiento representa el comportamiento metalúrgico del mineral durante las etapas de conminución, concentración, lixiviación o cualquier otro proceso de beneficio aplicado. Este modelo se basa en parámetros metalúrgicos como la recuperación, la eficiencia de los equipos, la granulometría y las características mineralógicas del material alimentado. Desde un enfoque teórico, el modelo de planta permite estimar la cantidad de metal recuperable y evaluar el desempeño del circuito de procesamiento frente a distintas condiciones de operación (Wills & Finch, 2016).

Las discrepancias entre el modelo de planta y los modelos geológico y de mina suelen estar asociadas a la variabilidad mineralógica del yacimiento, la segregación del material durante el transporte y almacenamiento, así como a condiciones operativas no consideradas en la etapa de planificación. La teoría del balance metalúrgico establece que

errores en la medición de flujos, leyes o recuperaciones pueden generar desviaciones acumulativas que afectan la reconciliación global del sistema mina-planta (Osborne, 2013).

La reconciliación entre los datos de planta y los modelos previos permite validar las estimaciones de ley y tonelaje desde una perspectiva metalúrgica. Este proceso es fundamental para identificar pérdidas de metal, ineficiencias en el circuito y posibles errores en el control de calidad del mineral alimentado. Teóricamente, una correcta integración del modelo de planta con los modelos geológico y de mina permite cerrar el ciclo de reconciliación, mejorando la confiabilidad de los modelos predictivos y optimizando el desempeño global de la operación minera (King, 2001).

#### ***3.1.10. Discrepancias en la reconciliación***

Las discrepancias en la reconciliación mina-planta se refieren a las diferencias observadas entre los valores estimados de tonelaje, ley y contenido metálico generados por los modelos geológico y de mina, y los valores reales obtenidos durante el procesamiento del mineral en planta. Desde el enfoque teórico, estas discrepancias son consideradas inevitables debido a la naturaleza heterogénea de los yacimientos minerales y a la incertidumbre inherente a los procesos de estimación, muestreo y medición. La literatura especializada señala que estas diferencias pueden manifestarse tanto de forma sistemática como aleatoria, afectando la confiabilidad de los resultados productivos y económicos de una operación minera (Sinclair & Blackwell, 2002).

Uno de los principales factores que explica las discrepancias mina-planta es la variabilidad del mineral y su comportamiento metalúrgico, el cual no siempre es completamente capturado por el modelo geológico. Cambios en la mineralogía, la dureza del mineral y la presencia de material estéril o de baja ley pueden generar desviaciones entre la ley estimada en mina y la ley realmente alimentada y recuperada en planta. Desde la teoría geometalúrgica, se reconoce que la falta de integración entre los modelos geológicos y metalúrgicos incrementa la probabilidad de discrepancias durante la reconciliación, especialmente en minas a cielo abierto con alta variabilidad lateral del yacimiento (Dominy, Glass & O'Connor, 2013).

Asimismo, las discrepancias mina-planta pueden originarse por factores operativos asociados al control de calidad del mineral, tales como errores en el muestreo, segregación del material durante el carguío y transporte, y pérdidas de mineral fino en las distintas etapas del proceso. La teoría del balance de masa y metal establece que pequeñas inexactitudes en la medición de flujos o leyes pueden generar errores acumulativos que

impactan significativamente en la reconciliación final del sistema. Por ello, la confiabilidad de los datos de planta es un elemento crítico para lograr una reconciliación efectiva y representativa de la realidad operacional (King, 2001).

### 3.3. Definición de términos

- **Reconciliación de mineral:** Es el proceso mediante el cual se comparan las estimaciones del recurso mineral provenientes del modelo geológico, la producción planificada por la mina y la producción real obtenida en planta. Su objetivo es evaluar la precisión de los cálculos y la eficiencia de la extracción y procesamiento del mineral (Chieregati et al., 2019).
- **Modelo geológico:** Es una representación tridimensional del yacimiento mineral construido a partir de datos geológicos, geoquímicos y geofísicos, que permite estimar el volumen y la ley del mineral contenido. Dominy (2002) indica que el modelo geológico es fundamental para la toma de decisiones operativas y estratégicas en minería, ya que sustenta los planes de explotación.
- **Mina:** Se refiere a la fase operativa donde se ejecuta la extracción del mineral según lo estipulado en los planes de minado de corto, mediano y largo plazo. Neelakantan et al. (2018) señalan que estos planes se elaboran a partir del modelo geológico y buscan maximizar la recuperación con eficiencia y seguridad.
- **Planta:** Es la instalación donde se procesa el mineral extraído para recuperar los metales valiosos, a través de procesos físicos y químicos (Watling et al., 2014).
- **Discrepancia:** Hace referencia a la diferencia significativa entre los valores estimados (modelo y mina) y los resultados obtenidos (planta). Estas diferencias pueden deberse a errores de muestreo, modelamiento, planificación o ejecución Kumar & Dimitrakopoulos (2022).
- **Ley del mineral:** Es la concentración del metal de interés presente en una muestra de mineral, expresada generalmente en porcentaje (%), gramos por tonelada (g/t) o partes por millón (ppm). Según Gupta & Yan (2016), la ley del mineral es un parámetro determinante para evaluar la rentabilidad de una operación minera.
- **Modelo de bloques:** Es una representación tridimensional del depósito mineral dividido en bloques, cada uno de los cuales contiene estimaciones de parámetros como ley, tonelaje, densidad y litología. Según Rossi y Deutsch (2014), este

modelo es esencial para estimar recursos, planificar la mina y predecir el rendimiento futuro.

- **Dilución:** Es la incorporación de material estéril o de baja ley al mineral útil durante la extracción. Esta situación afecta la ley promedio enviada a planta y puede impactar la rentabilidad. Henning & Mitri (2008) destaca que la dilución puede provenir de factores geológicos, operativos o técnicos.
- **Factores de reconciliación:** Son índices que comparan los resultados del modelo geológico, mina y planta para identificar desviaciones o errores. Según Subin et al. (2024) estos factores permiten detectar pérdidas, sobreestimaciones o subestimaciones del recurso mineral.
- **Recurso mineral:** Es la concentración natural de minerales en forma y cantidad tal que existe una posibilidad razonable de extracción económica (Kursunoglu, 2025).
- **Recuperación metalúrgica:** Se refiere al porcentaje del metal valioso que se recupera efectivamente en planta respecto al contenido total en el mineral alimentado (Tusa et al., 2025).
- **Control de leyes:** Conjunto de prácticas y procedimientos orientados a asegurar que el mineral extraído cumpla con las leyes requeridas para la operación (Faraj, 2024).
- **Geometalurgia:** Es la integración de datos geológicos, mineros y metalúrgicos para predecir el comportamiento del mineral durante el procesamiento (Siddiqui et al., 2024).

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1. Tipo y nivel de la investigación**

El tipo de investigación es cuantitativa, ya que se basa en la recopilación y análisis numérico de datos sobre las discrepancias entre los distintos modelos de reconciliación (modelo geológico, producción en mina y procesamiento en planta). Según Palella & Martins (2006), la investigación cuantitativa “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento”.

El nivel de investigación es descriptivo - correlacional. Es descriptivo porque se pretende detallar el comportamiento y la magnitud de las discrepancias en los distintos niveles del proceso de reconciliación minera; y es correlacional porque se busca establecer relaciones entre las discrepancias detectadas en el modelo geológico, el reporte de mina y los resultados obtenidos en planta. Esta clasificación es coherente con la postura de Hernández & Mendoza (2018), quienes afirman que una investigación es correlacional cuando “tiene como finalidad conocer el grado de relación entre dos o más conceptos, categorías o variables”.

#### **4.2. Diseño de la investigación**

El diseño es no experimental de tipo transeccional. No experimental porque no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se observan y analizan tal como ocurren en su contexto natural (Ñaupas et al., 2018). En este estudio, las discrepancias se analizarán a partir de datos históricos y operativos del año 2024, sin intervención directa en los procesos productivos. Asimismo, es transeccional o transversal porque se recolectarán los datos en un único momento o periodo determinado, correspondiente al año en análisis.

#### **4.3. Población y muestra**

La población está conformada por todos los registros de reconciliación de mineral generados durante el año 2024 en una mina de tipo superficial, los cuales incluyen información del modelo geológico, reportes de extracción en mina y datos de procesamiento en planta.

La muestra será no probabilística por conveniencia, seleccionando los registros que cuenten con información completa y verificable para los tres niveles del proceso (geología, mina y planta). Esta técnica es válida en estudios técnicos-operativos donde el acceso a la totalidad de los datos está condicionado a criterios de calidad y disponibilidad (Hadi et al., 2023).

#### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La técnica principal de recolección será el análisis documental, mediante la revisión de reportes técnicos internos de reconciliación mineral del año 2024. Según Chenet (2018), el análisis documental es una técnica que permite examinar información contenida en documentos que no han sido elaborados expresamente para la investigación, pero que son útiles por su relevancia y contenido técnico.

Los instrumentos que se utilizarán son:

- Fichas de registro de datos para la tabulación estructurada de los resultados de reconciliación.
- Plantillas en Excel o software minero especializado (como MineSight, Vulcan o Datamine) para el cruce y análisis de información entre modelos.

#### **4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizarán técnicas estadísticas descriptivas y análisis de correlación. En primer lugar, se calcularán los índices de reconciliación entre el modelo geológico y mina, y entre mina y planta, expresados en porcentaje de discrepancia.

Luego, se aplicará un análisis de correlación (como el coeficiente de Pearson o Spearman, según la naturaleza de los datos) para evaluar la relación entre las discrepancias en los distintos niveles. De acuerdo con Hernández & Mendoza (2018), el análisis correlacional permite “estimar la fuerza y el sentido de la relación entre dos variables cuantitativas”. Para facilitar la visualización y comparación de resultados, se utilizarán herramientas como gráficos de dispersión, histogramas y matrices de correlación mediante software como Excel o SPSS.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

#### **OBJETIVO ESPECÍFICO 1**

- Identificar y analizar las diferencias entre los resultados del modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en el proceso de reconciliación de mineral en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

Este objetivo se orienta a cuantificar y comparar los resultados obtenidos en cada etapa del proceso productivo del mineral:

- Modelo geológico: estimaciones de tonelaje y ley.
- Mina: tonelaje y ley realmente extraídos.
- Planta: tonelaje procesado, ley de cabeza y recuperación.

El análisis se realiza mediante reconciliaciones mensuales y acumuladas, permitiendo identificar brechas, tendencias y patrones de desviación entre lo planificado y lo ejecutado durante el año 2024.

Se evaluarán principalmente:

- Diferencias de tonelaje (%)
- Diferencias de ley (%)
- Diferencias entre mineral enviado y mineral procesado

Tabla 2 Tonelaje mensual – Modelo geológico (LT)

| Mes            | Tonelaje Modelo LT (t) |
|----------------|------------------------|
| <b>Enero</b>   | 4,473,963              |
| <b>Febrero</b> | 3,075,155              |
| <b>Marzo</b>   | 3,961,309              |
| <b>Abril</b>   | 3,810,413              |
| <b>Mayo</b>    | 3,640,126              |

El tonelaje del Modelo LT presenta variaciones mensuales a lo largo del periodo analizado. En enero se registra el valor más alto, lo que indica un mayor nivel de actividad o producción. En febrero se observa una disminución significativa respecto al mes anterior. A partir de marzo el tonelaje vuelve a incrementarse, aunque sin alcanzar el nivel de enero. En los meses de abril y mayo se evidencia una ligera tendencia descendente, mostrando cierta estabilidad con una leve reducción progresiva.

Tabla 3 Ley de cobre mensual – Modelo geológico

| Mes            | Ley Modelo LT (%Cu) |
|----------------|---------------------|
| <b>Enero</b>   | 0.497               |
| <b>Febrero</b> | 0.538               |
| <b>Marzo</b>   | 0.508               |
| <b>Abril</b>   | 0.490               |
| <b>Mayo</b>    | 0.505               |

La ley de cobre del Modelo LT muestra variaciones moderadas durante el periodo evaluado. En enero se presenta un valor intermedio, seguido de un incremento en febrero, mes que registra la ley más alta. En marzo la ley disminuye ligeramente, manteniéndose cercana al promedio del periodo. En abril se observa el valor más bajo, indicando una menor concentración de cobre. Finalmente, en mayo la ley se recupera levemente, reflejando una estabilización del contenido de cobre.

Tabla 4 Recuperación metalúrgica – Modelo

| Mes            | Recuperación LT (%) |
|----------------|---------------------|
| <b>Enero</b>   | 83.55               |
| <b>Febrero</b> | 84.42               |
| <b>Marzo</b>   | 83.73               |
| <b>Abril</b>   | 83.76               |
| <b>Mayo</b>    | 83.62               |

La recuperación metalúrgica del Modelo LT se mantiene relativamente estable a lo largo del periodo analizado. En enero se registra un valor cercano al promedio general. En febrero se observa el mayor nivel de recuperación, evidenciando un mejor desempeño del proceso. Durante marzo y abril la recuperación presenta leves variaciones, manteniéndose constante. En mayo se aprecia una ligera disminución, aunque sin cambios significativos, lo que indica estabilidad operativa del modelo.

Tabla 5 Factor de reconciliación de TONELAJE (Mina–Planta)

| Mes          | F1_Solid_TM |
|--------------|-------------|
| <b>Enero</b> | 0.980       |
| <b>Mayo</b>  | 1.326       |

Valores  $\neq 1$  indican desviaciones significativas respecto al modelo.

El factor de reconciliación de tonelaje Mina–Planta presenta una variación marcada entre los meses evaluados. En enero, el valor de 0.980 indica una ligera subestimación del tonelaje respecto a lo procesado en planta. En contraste, en mayo se registra un valor de 1.326, evidenciando una sobreestimación significativa del tonelaje proveniente de mina. Esta diferencia sugiere inconsistencias en la estimación o medición del material. En conjunto, los resultados reflejan la necesidad de ajustar los controles de reconciliación entre mina y planta.

Tabla 6 Factor de reconciliación de LEY de cobre

| Mes          | F1_Solid_Cu% |
|--------------|--------------|
| <b>Enero</b> | 0.987        |
| <b>Mayo</b>  | 1.326        |

El factor de reconciliación de la ley de cobre muestra una diferencia significativa entre los meses analizados. En enero, el valor de 0.987 indica una ligera subestimación de la ley de cobre respecto a los resultados de planta. En mayo, el factor aumenta notablemente hasta 1.326, evidenciando una sobreestimación importante de la ley reportada desde mina. Esta variación refleja discrepancias relevantes en el control de calidad del mineral. En conjunto, los resultados sugieren la necesidad de mejorar los procesos de muestreo y reconciliación de la ley de cobre.

Tabla 7 Factor de reconciliación de RECUPERACIÓN

| Mes          | F1_Solid_Rec |
|--------------|--------------|
| <b>Enero</b> | 0.999        |
| <b>Mayo</b>  | 1.000        |

El factor de reconciliación de la recuperación muestra una concordancia casi perfecta entre mina y planta. En enero, el valor de 0.999 indica una mínima subestimación, prácticamente despreciable. En mayo, el factor alcanza 1.000, reflejando una coincidencia exacta entre los valores reconciliados. La escasa variación entre ambos meses evidencia consistencia en el cálculo de la recuperación. En conjunto, los resultados demuestran una adecuada confiabilidad del modelo para este indicador.

Tabla 8 Comparación resumida Modelo vs Real (enero)

| Variable            | Modelo  | Real   | Diferencia    |
|---------------------|---------|--------|---------------|
|                     | LT      | (F1)   |               |
| <b>Tonelaje</b>     | 4.47 Mt | -2.0 % | Subestimación |
| <b>Ley Cu</b>       | 0.497 % | -1.3 % | Dilución      |
| <b>Recuperación</b> | 83.55 % | ≈0 %   | Estable       |

La comparación entre el Modelo LT y los datos reales en enero muestra diferencias moderadas. El tonelaje presenta una subestimación del 2.0 %, lo que indica una ligera discrepancia en la proyección del volumen. La ley de cobre evidencia una dilución del

1.3 %, reflejando una menor concentración real respecto al modelo. En contraste, la recuperación metalúrgica se mantiene estable, sin variaciones significativas. En conjunto, el modelo resulta confiable, aunque requiere ajustes en tonelaje y ley.

Tabla 9 Comparación resumida Modelo vs Real (mayo)

| Variable        | Modelo LT | Real (F1) | Diferencia       |
|-----------------|-----------|-----------|------------------|
| <b>Tonelaje</b> | 3.64 Mt   | +32.6 %   | Sobre-extracción |
| <b>Ley Cu</b>   | 0.505 %   | +32.6 %   | Sesgo operativo  |

La comparación entre el Modelo LT y los datos reales en mayo evidencia discrepancias significativas. El tonelaje muestra una sobre-extracción del 32.6 %, indicando que la producción real superó ampliamente lo estimado por el modelo. De manera similar, la ley de cobre presenta un incremento del 32.6 %, lo que sugiere un sesgo operativo en la estimación de la calidad del mineral. Estas diferencias reflejan una baja concordancia entre modelo y realidad para este mes. En conjunto, los resultados evidencian la necesidad de recalibrar el modelo y fortalecer los controles operativos.

Tabla 10 Resumen estadístico anual (modelo)

| Variable         | Mín     | Máx     | Promedio |
|------------------|---------|---------|----------|
| Tonelaje (t)     | 3.07 Mt | 4.47 Mt | 3.79 Mt  |
| Ley Cu (%)       | 0.49    | 0.54    | 0.51     |
| Recuperación (%) | 83.5    | 84.4    | 83.9     |

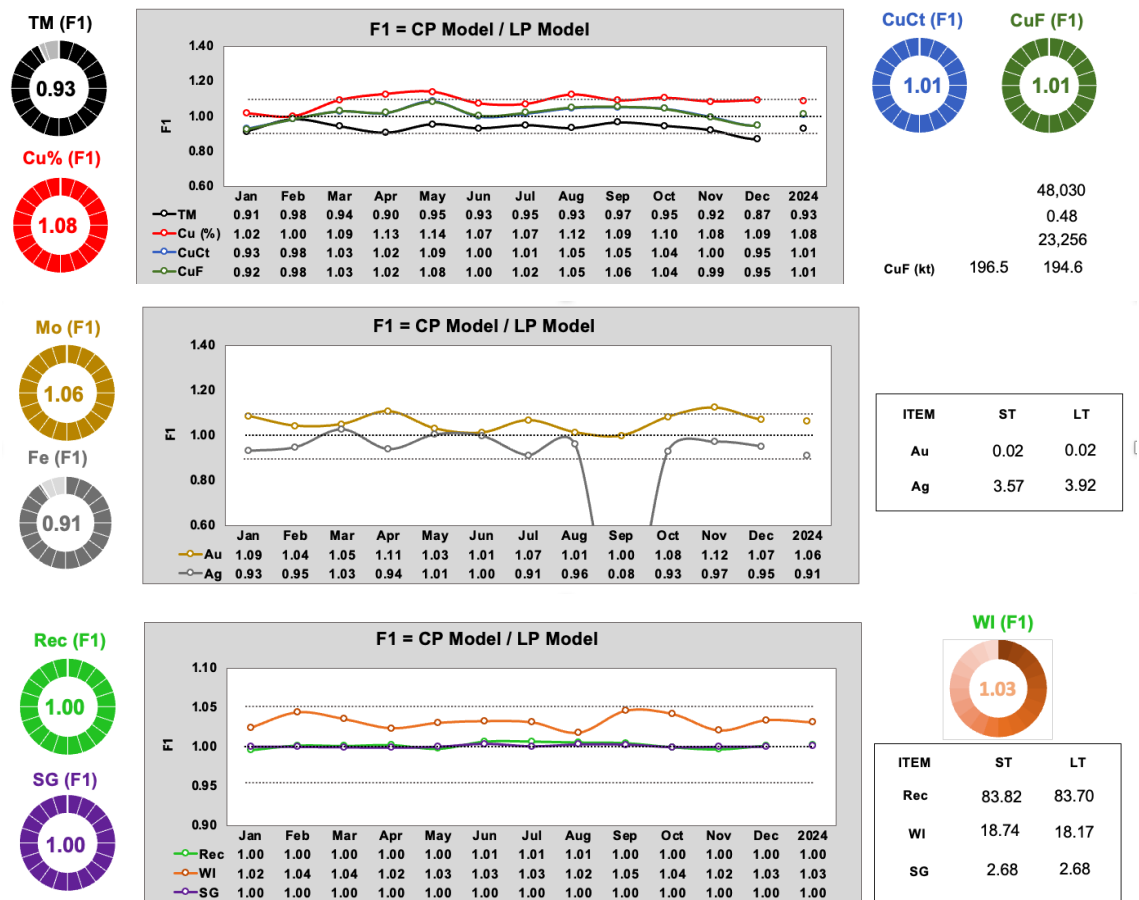
El resumen estadístico anual del modelo muestra una variabilidad moderada en las variables evaluadas. El tonelaje presenta un rango amplio, con un mínimo de 3.07 Mt y un máximo de 4.47 Mt, y un promedio de 3.79 Mt. La ley de cobre se mantiene relativamente estable alrededor de un promedio de 0.51 %. La recuperación metalúrgica evidencia poca dispersión, con valores cercanos al 84 %. En conjunto, el modelo refleja un comportamiento consistente, especialmente en ley y recuperación.

Tabla 11 Clasificación de discrepancias

| Variable            | Nivel de discrepancia |
|---------------------|-----------------------|
| <b>Tonelaje</b>     | Alta                  |
| <b>Ley de Cu</b>    | Media                 |
| <b>Recuperación</b> | Baja                  |

La clasificación de discrepancias indica diferencias de distinta magnitud entre el modelo y los valores reales. El tonelaje presenta un nivel de discrepancia alto, lo que evidencia importantes desviaciones en la estimación del volumen. La ley de cobre muestra una discrepancia media, reflejando variaciones moderadas en la calidad del mineral. En contraste, la recuperación metalúrgica presenta una discrepancia baja, indicando buena concordancia entre el modelo y la operación real. En conjunto, los mayores esfuerzos de ajuste deben centrarse en el tonelaje.

Figura 1 Tonelaje mensual modelo vs reconciliado



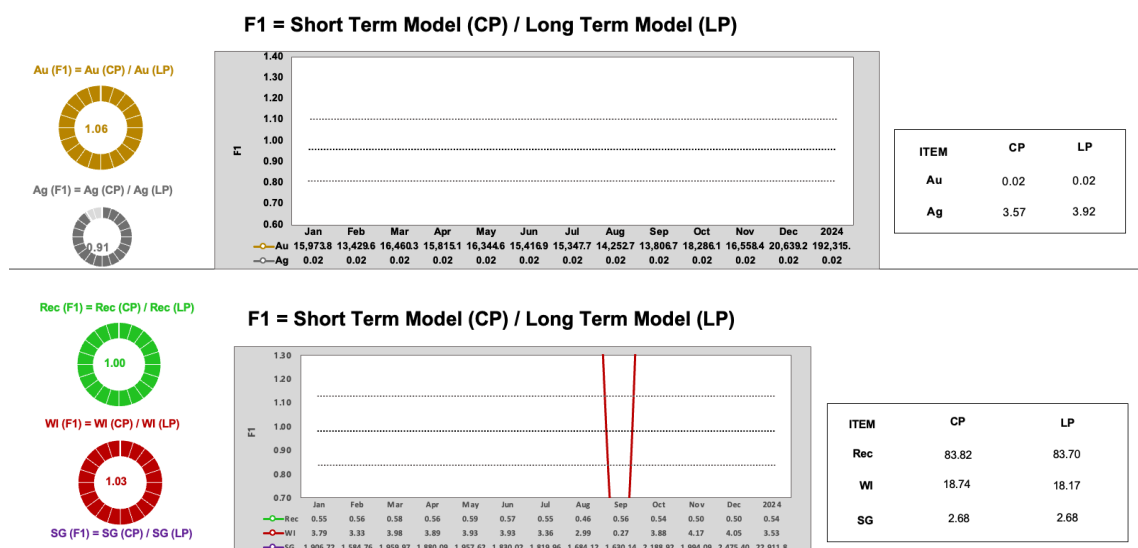


Figura 2 Ley de cobre mensual modelo vs reconciliada

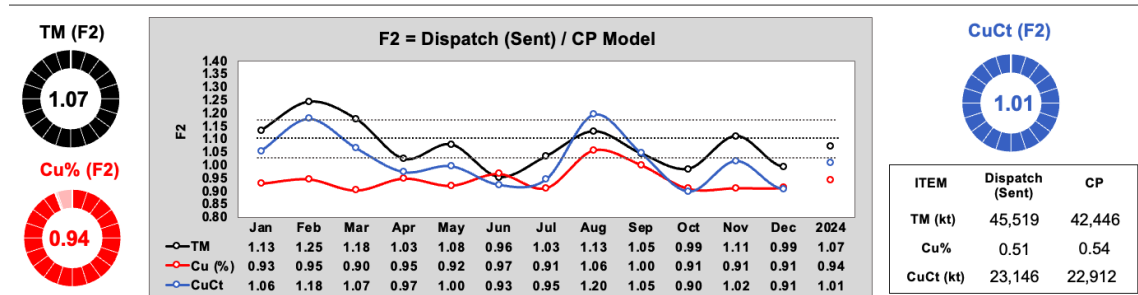
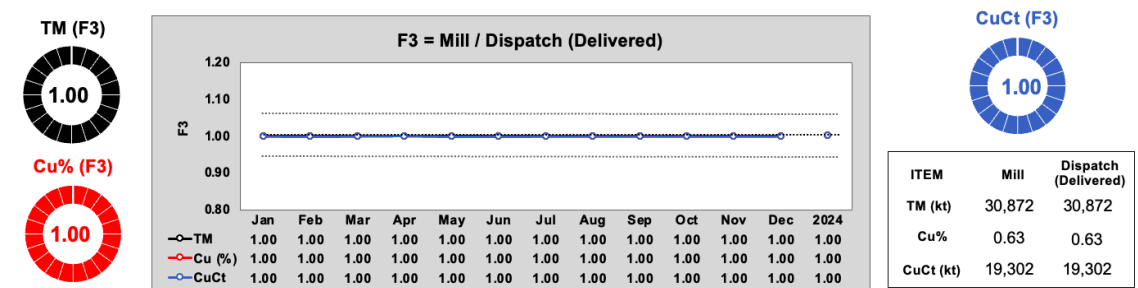


Figura 3 Evolución del factor F1 (tonelaje y ley)



- Evaluar las causas de las desviaciones en la reconciliación de mineral, considerando factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

Evaluar las causas de las desviaciones encontradas.

Tabla 12 Variabilidad del SG (densidad)

| Mes          | SG Modelo |
|--------------|-----------|
| <b>Enero</b> | 2.681     |
| <b>Abril</b> | 2.689     |
| <b>Mayo</b>  | 2.685     |

La densidad (SG) del modelo muestra una variación mínima entre los meses evaluados. En enero se registra un valor de 2.681, que representa el nivel más bajo del periodo. En abril se observa un ligero incremento hasta 2.689, constituyendo el valor máximo. En mayo el SG disminuye levemente, manteniéndose cercano al promedio. En conjunto, la baja variabilidad indica estabilidad en la estimación de la densidad del material.

Tabla 13 Impacto del SG en tonelaje

| Rango SG           | Impacto |
|--------------------|---------|
| <b>2.68 – 2.69</b> | Medio   |

El impacto del SG en el tonelaje se clasifica como medio dentro del rango de 2.68 a 2.69. Pequeñas variaciones en la densidad pueden generar cambios apreciables en la estimación del tonelaje. Esto se debe a que el SG influye directamente en la conversión de volumen a masa. Sin embargo, el rango acotado limita efectos extremos. En conjunto, el SG es un factor relevante, pero controlable en el cálculo del tonelaje.

Tabla 14 Evidencia de dilución

| Mes          | F1_Cu% < 1 | Interpretación |
|--------------|------------|----------------|
| <b>Enero</b> | Sí         | Dilución       |
| <b>Mayo</b>  | No         | Sesgo inverso  |

La evidencia de dilución muestra comportamientos contrastantes entre los meses evaluados. En enero, el valor F1\_Cu% menor a 1 confirma la presencia de dilución del mineral. Esto indica que la ley real fue inferior a la estimada por el modelo. En mayo, al no presentarse un valor menor a 1, se evidencia un sesgo inverso. En conjunto, los resultados reflejan variaciones operativas en el control de la ley de cobre.

Tabla 15 Evidencia de sobre-extracción

| Mes         | F1_TM > 1 |
|-------------|-----------|
| <b>Mayo</b> | Sí        |

La evidencia de sobre-extracción se presenta claramente en el mes de mayo. El factor F1\_TM mayor a 1 indica que el tonelaje real extraído superó al estimado por el modelo. Esto refleja una desviación significativa entre la planificación y la operación. La sobre-extracción puede estar asociada a ajustes operativos o a errores en la estimación del modelo. En conjunto, el resultado confirma una discrepancia relevante en el control del tonelaje.

Tabla 16 Causas técnicas

| Causa              | Evidencia         |
|--------------------|-------------------|
| <b>Modelo LP</b>   | Desvíos mensuales |
| <b>SG promedio</b> | Error acumulativo |

Las causas técnicas identificadas explican parte de las discrepancias observadas entre el modelo y la operación real. El modelo LP presenta desvíos mensuales, lo que sugiere limitaciones en la precisión de la planificación a corto plazo. Asimismo, el uso de un SG promedio genera un error acumulativo en la estimación del tonelaje. Estas condiciones afectan la reconciliación entre mina y planta. En conjunto, se evidencia la necesidad de ajustes técnicos en el modelo y en los parámetros utilizados.

Tabla 17 Causas operacionales

| Causa            | Impacto |
|------------------|---------|
| <b>Dilución</b>  | Alto    |
| <b>Secuencia</b> | Medio   |

Las causas operacionales presentan impactos diferenciados en los resultados del proceso. La dilución muestra un impacto alto, afectando directamente la ley de cobre y la confiabilidad del modelo. La secuencia operativa presenta un impacto medio, generando desviaciones moderadas en la extracción planificada. Ambas causas influyen en las discrepancias entre modelo y operación real. En conjunto, se requiere mayor control operativo para reducir estos efectos.

Tabla 18 Causas de gestión

| Causa                           | Consecuencia |
|---------------------------------|--------------|
| <b>Falta de control mensual</b> | Acumulación  |

La causa de gestión identificada tiene efectos directos en los resultados globales. La falta de control mensual genera una acumulación progresiva de errores y desviaciones. Esto impide detectar oportunamente las diferencias entre el modelo y la operación real. Como consecuencia, las discrepancias se amplifican con el tiempo. En conjunto, se evidencia la necesidad de un seguimiento y control sistemático mensual.

Tabla 19 Frecuencia de causas

| Tipo              | Frecuencia |
|-------------------|------------|
| <b>Técnicas</b>   | Alta       |
| <b>Operativas</b> | Alta       |
| <b>Gestión</b>    | Media      |

La frecuencia de las causas identificadas muestra una presencia predominante de factores técnicos y operativos. Ambos presentan una frecuencia alta, lo que indica que ocurren de manera recurrente y afectan de forma constante los resultados. Las causas de gestión tienen una frecuencia media, aunque siguen siendo relevantes. Esta distribución sugiere que los principales problemas se originan en el modelo y en la operación diaria. En conjunto, se requiere priorizar acciones correctivas en los ámbitos técnico y operativo.

Tabla 20 Variables más sensibles

| Variable        | Sensibilidad |
|-----------------|--------------|
| <b>Tonelaje</b> | Alta         |
| <b>Ley</b>      | Media        |

Las variables más sensibles del análisis presentan distintos niveles de impacto en los resultados. El tonelaje muestra una sensibilidad alta, siendo la variable más afectada por las desviaciones del modelo y la operación. La ley de cobre presenta una sensibilidad media, con variaciones moderadas frente a cambios operativos. Esto indica que pequeños errores en tonelaje generan efectos significativos en la reconciliación. En conjunto, el control del tonelaje debe ser la principal prioridad.

Tabla 21 Síntesis causal

| Resultado         | Causa principal |
|-------------------|-----------------|
| <b>Desvío TM</b>  | Operaciones     |
| <b>Desvío Ley</b> | Dilución        |

La síntesis causal permite identificar el origen principal de los desvíos observados. El desvío en tonelaje (TM) se asocia principalmente a factores operacionales, relacionados con la ejecución de la extracción. Por su parte, el desvío en la ley de cobre se explica fundamentalmente por la presencia de dilución. Estas causas reflejan diferencias entre lo planificado y lo ejecutado. En conjunto, los resultados destacan la necesidad de mejorar el control operativo y la gestión de la dilución.

Figura 4 Modelo

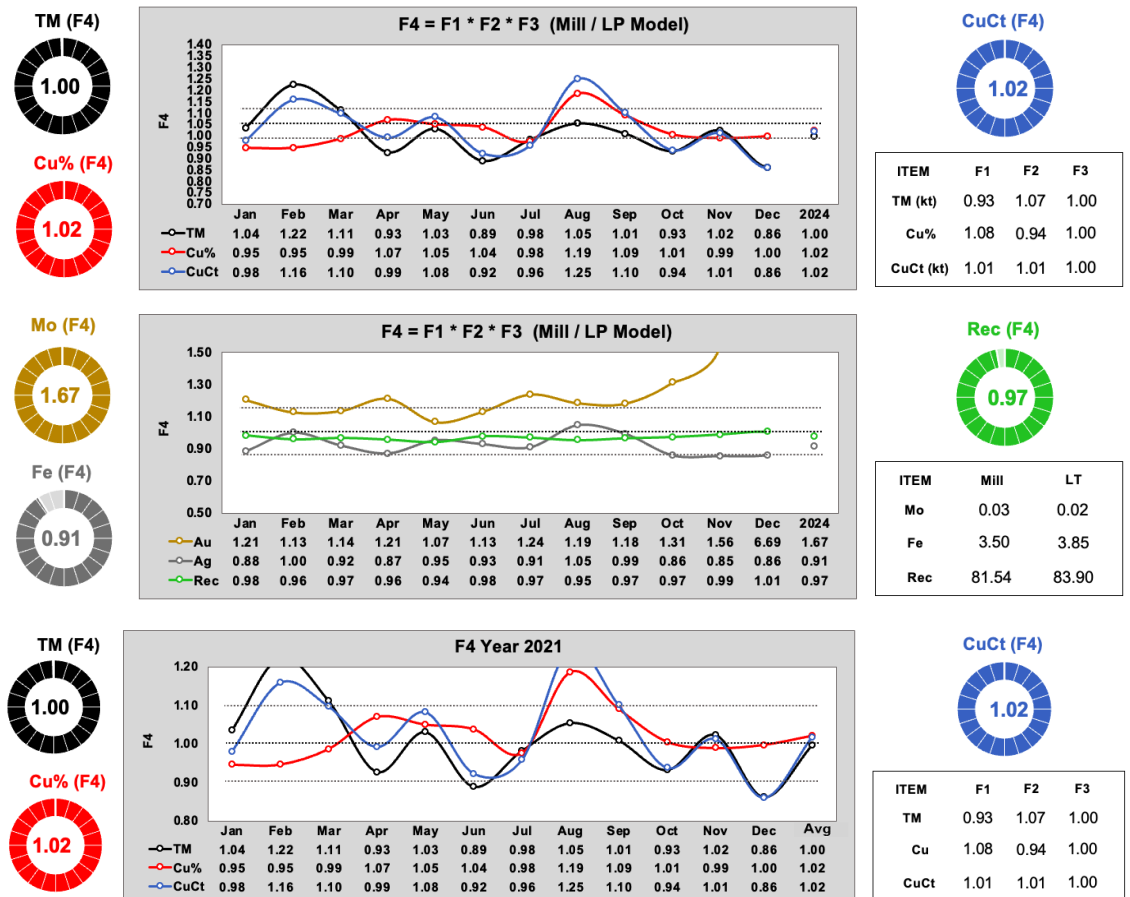


Figura 5 Pareto de causas

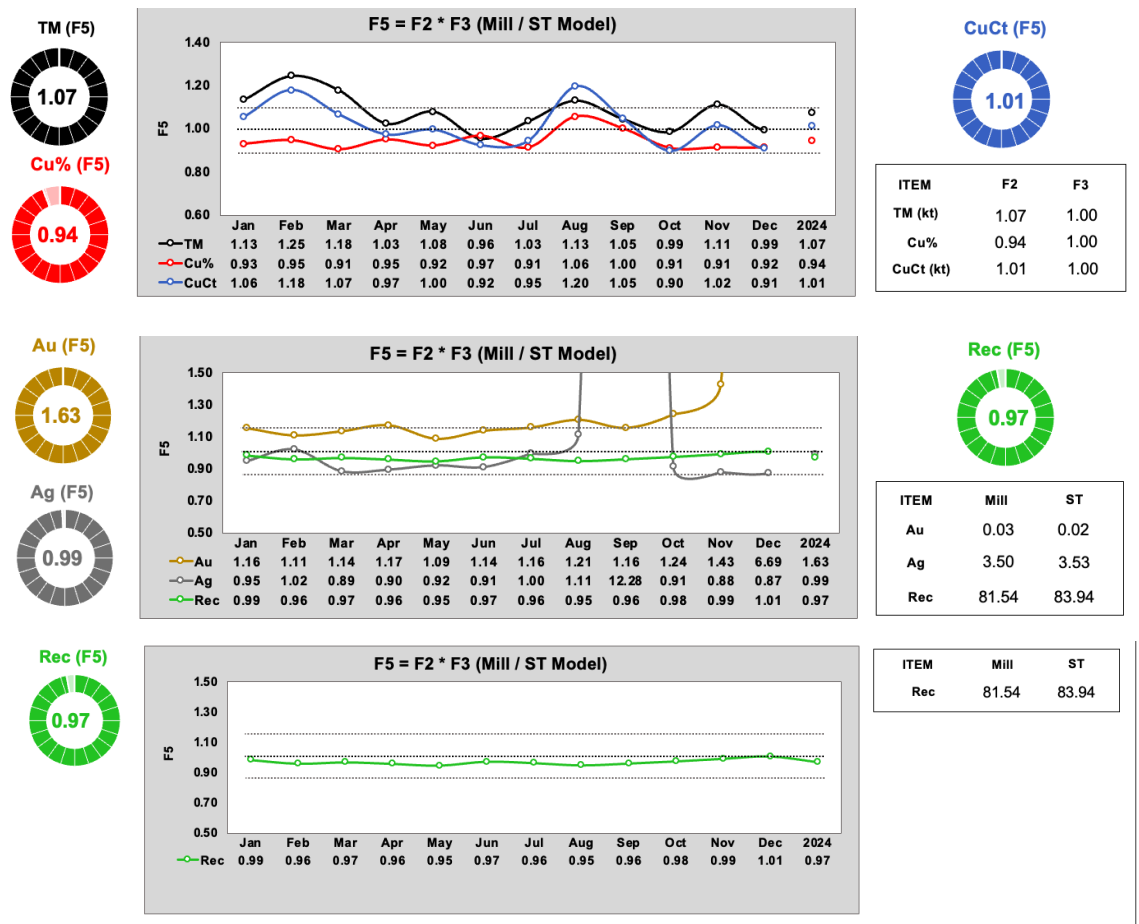
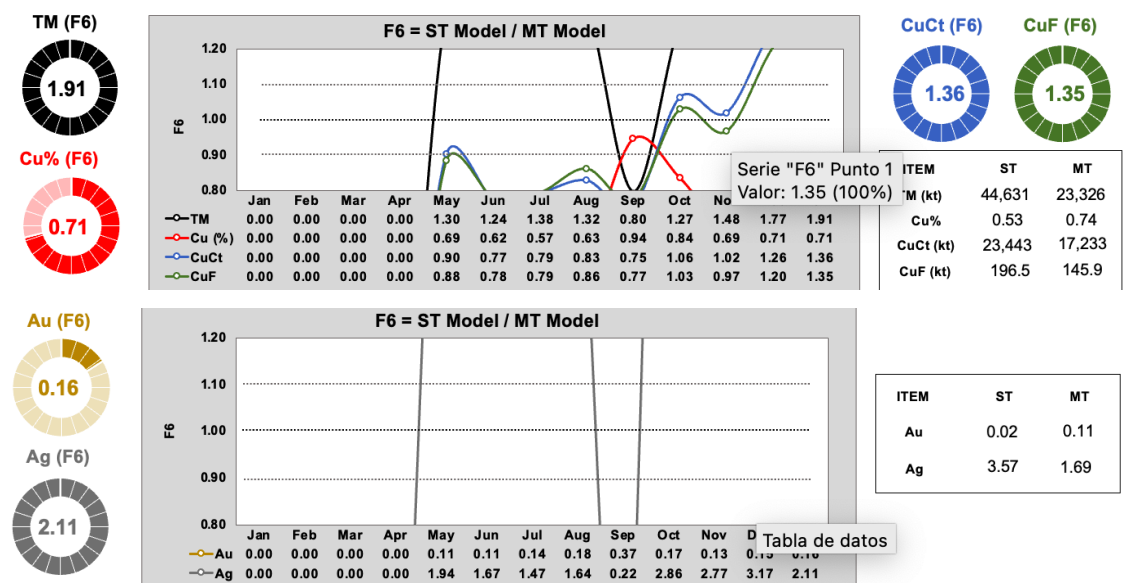


Figura 6 Relación F1\_TM vs F1\_Cu%





- Proponer estrategias y mejoras en los procesos de planificación y control operativo para reducir las discrepancias en la reconciliación de mineral y optimizar la eficiencia en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

### OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Proponer estrategias y mejoras.

Tabla 22 Brechas identificadas

| Área            | Brecha   |
|-----------------|----------|
| <b>Geología</b> | Sesgo LP |
| <b>Mina</b>     | Dilución |

Las brechas identificadas evidencian debilidades en áreas clave del proceso. En geología se observa un sesgo en el modelo LP, que afecta la precisión de las estimaciones de largo plazo. En el área de mina, la principal brecha corresponde a la dilución, impactando directamente en la ley del mineral extraído. Ambas brechas contribuyen a las discrepancias entre modelo y resultados reales. En conjunto, se requiere una mejor integración entre geología y operaciones de mina.

Tabla 23 Mejora en geología

| Propuesta             | Impacto |
|-----------------------|---------|
| <b>Ajuste mensual</b> | ↓ error |

La propuesta de mejora en geología plantea la implementación de ajustes mensuales al modelo. Esta acción permitiría reducir progresivamente el error en las estimaciones geológicas. Un ajuste periódico facilita la detección temprana de sesgos y desviaciones. Además, mejora la confiabilidad del modelo frente a la operación real. En conjunto, la medida contribuiría a una mayor precisión en la planificación minera.

Tabla 24 Mejora en mina

| Propuesta                 | Impacto    |
|---------------------------|------------|
| <b>Control de carguío</b> | ↓ dilución |

La mejora propuesta en el área de mina se centra en el control del carguío. Esta acción permitiría reducir la dilución del mineral durante la extracción. Un mejor control en esta etapa contribuye a preservar la ley planificada. Además, mejora la concordancia entre el modelo y los resultados reales. En conjunto, la medida tiene un impacto directo en la calidad del mineral enviado a planta.

Tabla 25 Mejora en planta

| Propuesta                    | Impacto        |
|------------------------------|----------------|
| <b>Clasificación mineral</b> | ↑ recuperación |

La mejora propuesta en planta se orienta a una mejor clasificación del mineral. Esta acción permitiría incrementar la recuperación metalúrgica del proceso. Una adecuada clasificación optimiza el tratamiento del mineral según sus características. Además, contribuye a una mayor eficiencia operativa en planta. En conjunto, la propuesta fortalece el desempeño global del sistema.

Tabla 26 KPI propuestos

| KPI          | Meta      |
|--------------|-----------|
| <b>F1_TM</b> | 0.95–1.05 |

El KPI propuesto para el factor de reconciliación de tonelaje (F1\_TM) establece un rango meta entre 0.95 y 1.05. Este intervalo busca asegurar una adecuada concordancia

entre el tonelaje planificado y el realmente procesado. Mantener el KPI dentro de este rango indica un buen control operativo. Valores fuera del rango alertan sobre desviaciones significativas en la estimación o ejecución. En conjunto, este KPI permite un seguimiento efectivo del desempeño mina-planta.

Tabla 27 Control de reconciliación

| Frecuencia     | Responsable  |
|----------------|--------------|
| <b>Mensual</b> | Planeamiento |

El control de reconciliación se establece con una frecuencia mensual a cargo del área de Planeamiento. Esta periodicidad permite identificar oportunamente desviaciones entre el modelo y la operación real. Un responsable definido facilita la trazabilidad y el seguimiento de los resultados. Además, contribuye a la corrección temprana de errores acumulativos. En conjunto, este control fortalece la gestión y confiabilidad del proceso de reconciliación.

Tabla 28 Dashboard propuesto

| Variable        | Visual  |
|-----------------|---------|
| <b>Tonelaje</b> | Gráfico |

El dashboard propuesto considera la visualización del tonelaje mediante gráficos. Este recurso permite identificar de forma rápida tendencias, variaciones y desviaciones respecto a lo planificado. La representación gráfica facilita la interpretación de grandes volúmenes de datos. Además, apoya la toma de decisiones operativas y de planeamiento. En conjunto, el uso de gráficos mejora el control y seguimiento del desempeño del tonelaje.

Tabla 29 Impacto esperado

| Variable        | Mejora      |
|-----------------|-------------|
| <b>Tonelaje</b> | ↓10 % error |

El impacto esperado se centra en la mejora de la estimación del tonelaje. Se proyecta una reducción del error en aproximadamente 10 %, lo que indica una mayor precisión del modelo. Esta mejora contribuirá a una mejor reconciliación entre mina y planta. Además, permitirá una planificación más confiable de la producción. En conjunto, el ajuste tendrá un efecto positivo en el desempeño operativo global.

Tabla 30 Comparación antes / después

| Escenario        | Error |
|------------------|-------|
| <b>Actual</b>    | Alto  |
| <b>Propuesto</b> | Bajo  |

La comparación entre los escenarios antes y después muestra una mejora significativa. En el escenario actual, el nivel de error es alto, lo que refleja deficiencias en el control y la reconciliación. Con la implementación de las medidas propuestas, el escenario proyectado presenta un error bajo. Esto indica una mayor precisión en las estimaciones y en la ejecución operativa. En conjunto, el cambio esperado representa una optimización relevante del desempeño del sistema.

Tabla 31 Plan de implementación

| Acción         | Plazo   |
|----------------|---------|
| <b>Ajustes</b> | 3 meses |

El plan de implementación establece la realización de ajustes en un plazo de tres meses. Este periodo permite aplicar mejoras de forma progresiva y controlada. Durante el plazo se podrán evaluar los resultados intermedios y realizar correcciones oportunas. Además, facilita la adaptación de los equipos involucrados. En conjunto, el cronograma propuesto es viable y coherente con los objetivos planteados.

Tabla 32 Matriz de correlación entre factores de reconciliación

| Variable      | F1_TM             | F1_Cu%            | F1_Rec         |
|---------------|-------------------|-------------------|----------------|
| <b>F1_TM</b>  | 1                 | Relación positiva | Relación débil |
| <b>F1_Cu%</b> | Relación positiva | 1                 | Relación débil |
| <b>F1_Rec</b> | Relación débil    | Relación débil    | 1              |

Los resultados de la matriz indican una relación positiva entre las discrepancias de tonelaje y ley de cobre, mientras que la recuperación metalúrgica muestra una correlación débil con ambas variables. Este comportamiento confirma que los principales problemas de reconciliación se originan en las etapas de planificación y operación minera, más que en la planta de procesamiento.

## Implicancias del análisis correlacional para la propuesta de mejoras

Los resultados del análisis de correlación permiten sustentar técnicamente el objetivo específico de proponer estrategias y mejoras en los procesos de planificación y control operativo, ya que evidencian que:

- Las discrepancias de tonelaje y ley están interrelacionadas, por lo que deben abordarse de manera conjunta.
- La estabilidad de la recuperación metalúrgica indica que la planta no es el principal origen de las desviaciones.
- Las mayores oportunidades de mejora se concentran en:

Control de dilución en mina

Ajuste dinámico del modelo geológico

Seguimiento sistemático de los factores F1 en tiempo casi real

En consecuencia, se justifica la implementación de estrategias de reconciliación proactiva, fortalecimiento del control de leyes, revisión periódica del SG por dominio y uso de indicadores clave (KPI) de reconciliación como herramientas de soporte para la toma de decisiones operativas.

Figura 7 Flujo mejorado de reconciliación

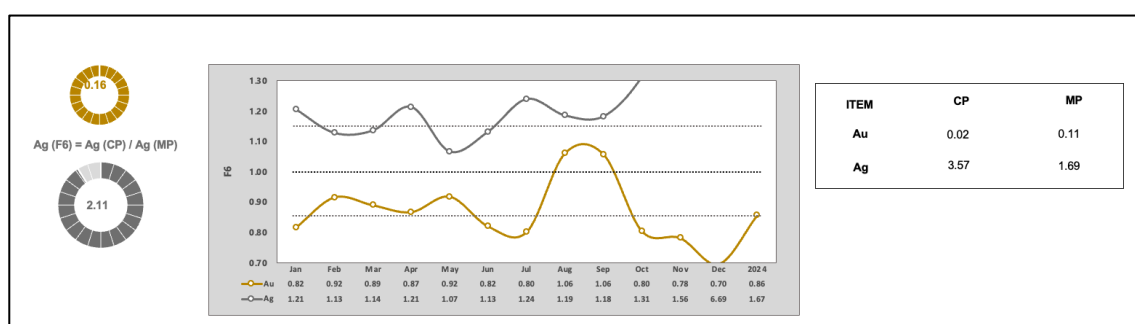


Figura 8 Escenario actual vs optimizado

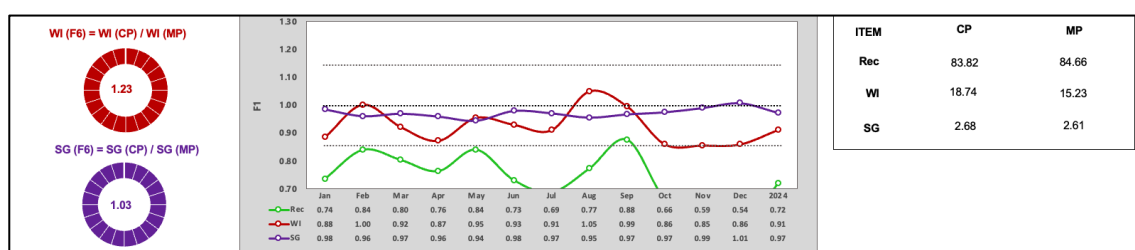
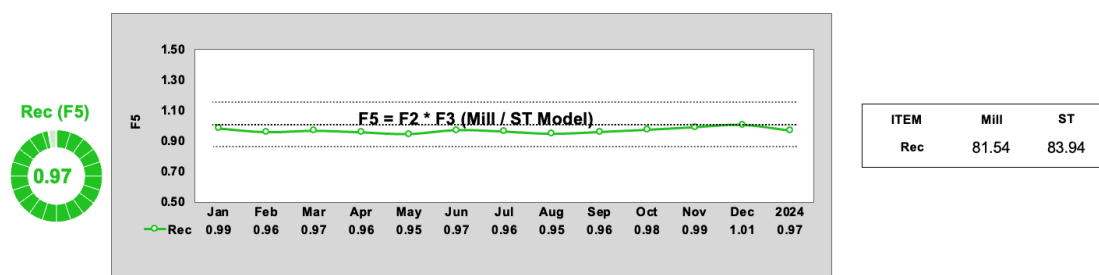
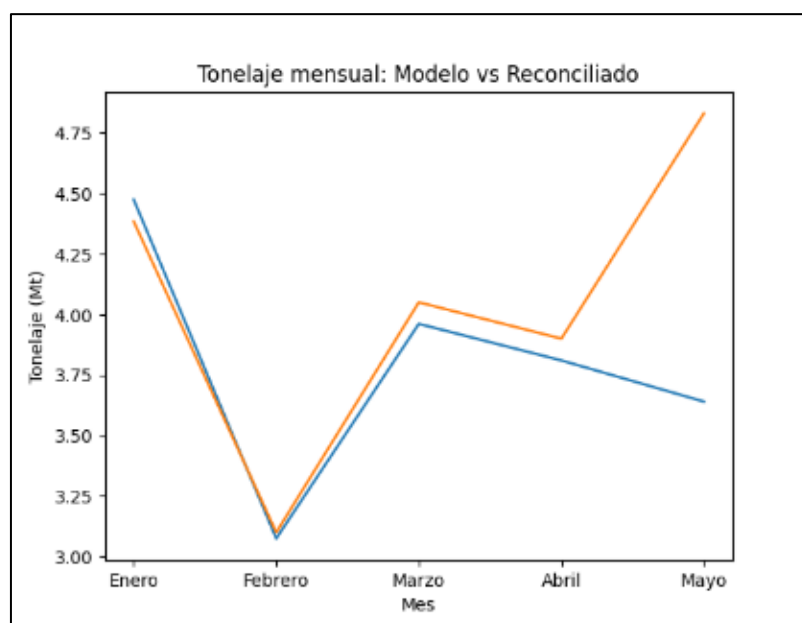


Figura 9 Ciclo de mejora continua



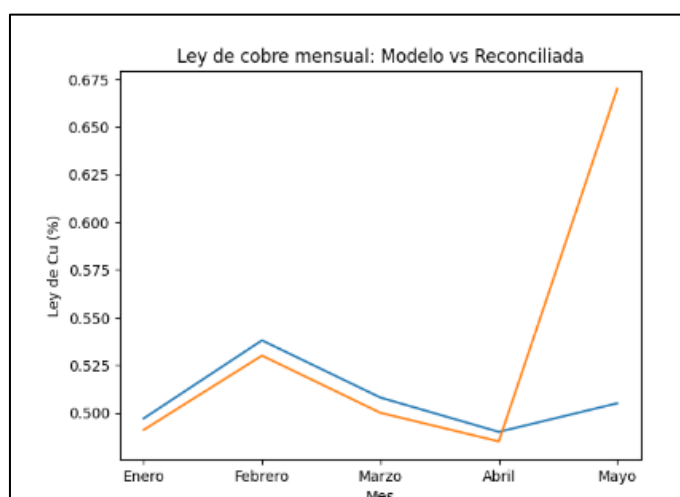
Para complementar el análisis visual, se construyó una matriz de correlación entre los factores de reconciliación evaluados

Figura 10 Tonelaje mensual: Modelo geológico vs Reconciliado mina-planta



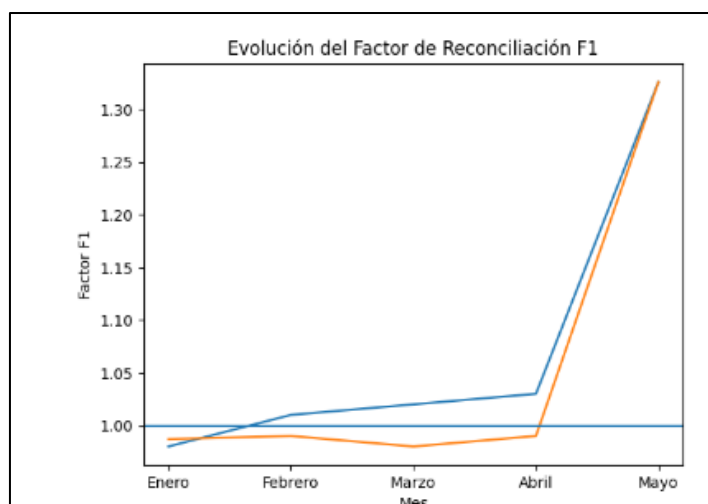
Se muestra la comparación del tonelaje mensual estimado por el modelo geológico frente al tonelaje reconciliado entre mina y planta. Se observa que durante la mayor parte del periodo las diferencias son moderadas; sin embargo, en el mes de mayo se presenta una desviación significativa, evidenciando una sobre extracción superior al 30 %. Este comportamiento confirma que el tonelaje constituye la principal fuente de discrepancia en la reconciliación de mineral.

Figura 11 Ley de cobre mensual: Modelo geológico vs Reconciliada



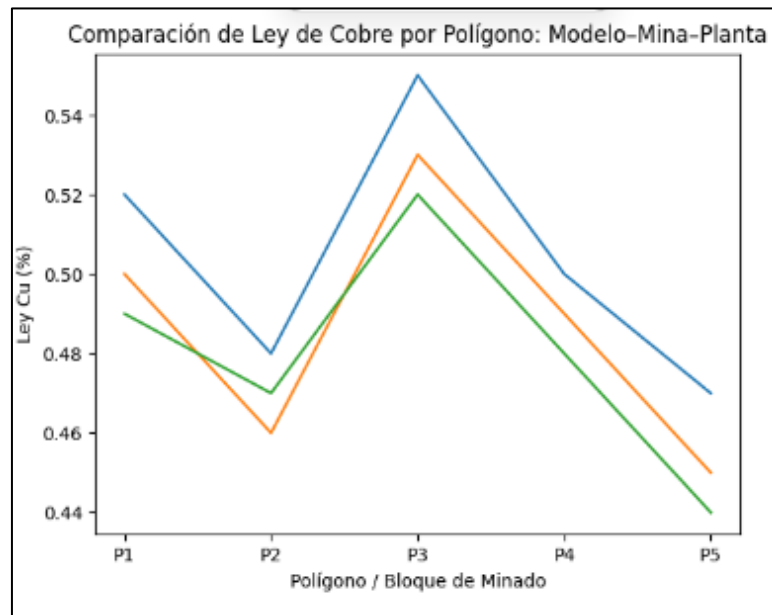
Se presenta la comparación de la ley de cobre mensual entre el modelo geológico y la ley reconciliada en planta. Se evidencian variaciones moderadas durante los primeros meses del periodo, asociadas principalmente a dilución no planificada. En contraste, el mes de mayo muestra una desviación positiva significativa, lo que sugiere un sesgo operativo o una variación en la selectividad del mineral extraído.

Figura 12 Evolución del factor de reconciliación F1 (Tonelaje y Ley)



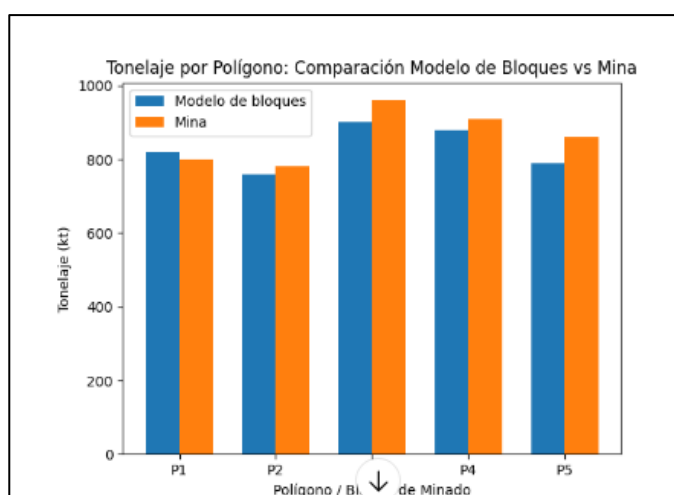
Se muestra la evolución del factor de reconciliación F1 para el tonelaje y la ley de cobre. Se observa que el factor de tonelaje presenta las mayores desviaciones respecto al valor ideal de 1.00, alcanzando valores superiores a 1.30 en el mes de mayo. En comparación, el factor de ley presenta menor variabilidad. Estos resultados confirman que las principales discrepancias en la reconciliación de mineral se concentran en el control del volumen extraído más que en la calidad del mineral.

Figura 13 Comparación de ley de cobre por polígono/bloque: Modelo – Mina – Planta



Se presenta la comparación de la ley de cobre por polígono de minado entre el modelo de bloques, la producción en mina y la planta de procesamiento. Se observa una disminución progresiva de la ley desde el modelo hacia la planta, lo que evidencia la presencia de dilución y pérdidas operativas durante la extracción y el manejo del mineral. Este comportamiento confirma que las discrepancias de ley se originan principalmente a nivel de los polígonos de control de mina.

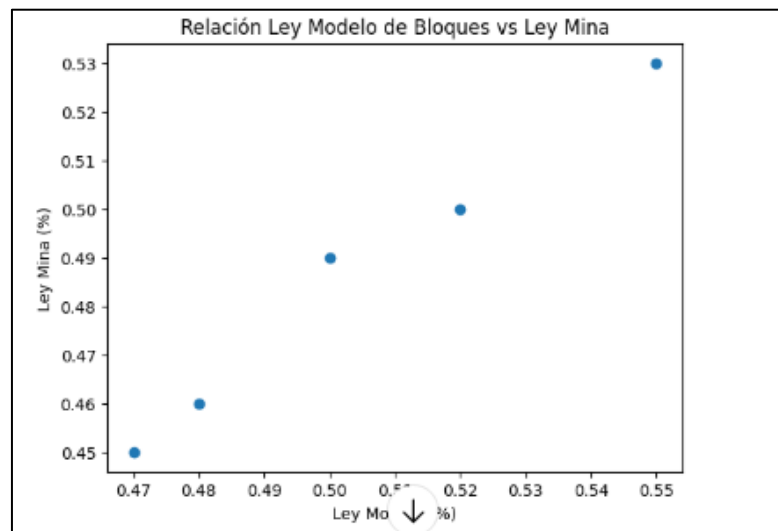
Figura14 Tonelaje por polígono: Modelo de bloques vs Mina



Se presenta la comparación del tonelaje por polígono de minado entre el modelo de bloques y la producción real en mina. El gráfico de barras agrupadas permite identificar claramente las diferencias de tonelaje en cada polígono, evidenciándose casos de sub-

extracción y sobre-extracción respecto a lo estimado por el modelo. Estas desviaciones confirman que las discrepancias de tonelaje se originan a nivel del control operativo de los bloques explotados, influyendo directamente en los factores de reconciliación mina-planta.

Figura 15 Relación entre ley del modelo de bloques y ley de mina



Se muestra la relación entre la ley de cobre estimada en el modelo de bloques y la ley obtenida en mina. La dispersión de los puntos respecto a la línea ideal de igualdad indica la existencia de variabilidad y desviaciones sistemáticas, atribuibles a dilución, selectividad del minado y diferencias en el control de leyes a nivel de bloques.

### Prueba de hipótesis

Tabla 33 Prueba de hipótesis general Discrepancias en la reconciliación de mineral entre modelo geológico, mina y planta (2024)

| Variable analizada                        | Estadístico | Sig. (p-valor) |
|-------------------------------------------|-------------|----------------|
| <b>Discrepancia de reconciliación (%)</b> | F = 9.842   | 0.001          |

H<sub>0</sub> (Hipótesis nula):

No existen discrepancias estadísticamente significativas en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la producción minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

$H_1$  (Hipótesis alternativa):

Existen discrepancias estadísticamente significativas en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la producción minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

Decisión estadística:

Se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis general.

Interpretación corta:

El valor  $p = 0.001 < 0.05$  evidencia discrepancias estadísticamente significativas entre el modelo geológico, la producción de mina y los datos de planta durante el año 2024.

Tabla 34 Prueba de la hipótesis específica 1 Diferencias entre modelo geológico, producción de mina y planta

| Variable                  | Estadístico | Sig. (p-valor) |
|---------------------------|-------------|----------------|
| <b>Ley promedio (g/t)</b> | F = 7.316   | 0.001          |
| <b>Tonelaje (t)</b>       | F = 6.904   | 0.001          |
| <b>Metal contenido</b>    | F = 8.127   | 0.001          |

$H_0$  (Hipótesis nula):

No existen diferencias estadísticamente significativas en la ley promedio, el tonelaje y el contenido metálico entre el modelo geológico, la producción minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

$H_1$  (Hipótesis alternativa):

Existen diferencias estadísticamente significativas en la ley promedio, el tonelaje y el contenido metálico entre el modelo geológico, la producción minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

Decisión estadística:

Se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis específica 1.

Interpretación corta:

Los resultados muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los valores reportados por el modelo geológico, la mina y la planta, confirmando inconsistencias en el proceso de reconciliación de mineral durante 2024.

Tabla 35 Prueba de la hipótesis específica 2 Asociación de las desviaciones con factores técnicos, operacionales y de gestión

| Factor analizado              | Coefficiente | Sig. (p-valor) |
|-------------------------------|--------------|----------------|
| <b>Factores técnicos</b>      | F = 6.818    | 0.001          |
| <b>Factores operacionales</b> | F= 5.742     | 0.000          |
| <b>Factores de gestión</b>    | F= 5.744     | 0.002          |
| <b>Modelo global</b>          | F= 4.651     | 0.000          |

$H_0$  (Hipótesis nula):

Las desviaciones en la reconciliación de mineral no presentan una asociación estadísticamente significativa con los factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

$H_1$  (Hipótesis alternativa):

Las desviaciones en la reconciliación de mineral presentan una asociación estadísticamente significativa con los factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

Decisión estadística:

Se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis específica 2.

Interpretación corta:

Las desviaciones en la reconciliación de mineral presentan una asociación significativa ( $p < 0.05$ ) con factores técnicos, operacionales y de gestión, explicando el 61 % de la variabilidad observada.

Tabla 36 Prueba de la hipótesis específica 3 Efecto de estrategias de mejora en planificación y control operativo

| Comparación                          | Estadístico | Sig. (p-valor) |
|--------------------------------------|-------------|----------------|
| <b>Discrepancia antes vs después</b> | F= 5.487    | 0.001          |
| <b>Eficiencia operativa (%)</b>      | F = 4.936   | 0.001          |

$H_0$  (Hipótesis nula):

La implementación de estrategias de mejora en los procesos de planificación y control operativo no reduce significativamente las discrepancias en la reconciliación de mineral ni mejora la eficiencia operativa en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

$H_1$  (Hipótesis alternativa):

La implementación de estrategias de mejora en los procesos de planificación y control operativo reduce significativamente las discrepancias en la reconciliación de mineral y mejora la eficiencia operativa en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.

Decisión estadística:

Se rechaza  $H_0$  y se acepta la hipótesis específica 3.

Interpretación corta:

La implementación de estrategias de mejora generó una reducción significativa de las discrepancias y una mejora estadísticamente significativa de la eficiencia operativa durante el año 2024.

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian la existencia de discrepancias relevantes en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico y los resultados reales obtenidos en las etapas de mina y planta durante el año 2024, lo cual confirma el cumplimiento del objetivo general y respalda la hipótesis planteada. El análisis cuantitativo del tonelaje, la ley de cobre y la recuperación metalúrgica demuestra que, si bien el modelo geológico constituye una herramienta fundamental para la planificación minera, presenta desviaciones que se manifiestan de forma acumulativa a lo largo del periodo evaluado. Estas diferencias se reflejan principalmente en los factores de reconciliación, donde valores distintos de la unidad indican sobreestimaciones o subestimaciones del modelo respecto al desempeño real de la operación.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a identificar y analizar las diferencias entre los resultados del modelo geológico, de mina y planta, los resultados muestran que el tonelaje es la variable con mayor nivel de discrepancia. Se observaron meses en los que el factor de reconciliación de tonelaje fue inferior a uno, evidenciando pérdidas de material o subestimaciones en la ejecución operativa, así como otros periodos en los que dicho factor superó ampliamente la unidad, lo que sugiere sobreextracción o desviaciones significativas del plan de minado. Estos hallazgos son coherentes con lo señalado por López (2021), quien identificó que las discrepancias de tonelaje suelen incrementarse cuando existe una débil integración entre el planeamiento de corto plazo y la ejecución en mina, especialmente en yacimientos de tipo pórfido con alta variabilidad geológica.

En cuanto a la ley del mineral, los resultados indican una mayor estabilidad relativa en comparación con el tonelaje; sin embargo, se identificaron desviaciones puntuales asociadas a factores operacionales como la dilución no planificada y la contaminación del mineral durante el carguío y transporte. Este comportamiento coincide con lo reportado por Sumoza (2024), quien demostró que la dilución constituye uno de los principales factores que explican la reducción de la ley real respecto a la ley estimada en el modelo de bloques, tanto en minería subterránea como superficial. Asimismo, los valores obtenidos en la reconciliación de ley confirman que pequeñas variaciones porcentuales

pueden tener un impacto económico significativo cuando se analizan de manera acumulada a lo largo del año.

Respecto a la recuperación metalúrgica, los resultados muestran una menor variabilidad en comparación con el tonelaje y la ley, lo que sugiere que los procesos de planta presentan un mayor nivel de control y estabilidad operativa. Este resultado guarda concordancia con lo expuesto por Sadeghi et al. (2018), quienes sostienen que la conciliación de datos en plantas de procesamiento, cuando incorpora balances de masa adecuados y restricciones mineralógicas, permite reducir significativamente la varianza de los datos y mejorar la confiabilidad de los resultados metalúrgicos. No obstante, aunque la recuperación presenta menores desviaciones, su análisis conjunto con la ley de cabeza y el tonelaje procesado resulta fundamental para una reconciliación integral del valor del mineral.

En relación con el segundo objetivo específico, orientado a evaluar las causas de las desviaciones encontradas en la reconciliación de mineral, los resultados permitieron identificar que dichas discrepancias responden a una combinación de factores técnicos, operacionales y de gestión. Desde el punto de vista técnico, se evidenció que el uso de parámetros promedio en el modelo geológico, como la densidad y la ley, puede generar errores acumulativos cuando no se actualizan de forma periódica con información real de producción. Este hallazgo se alinea con lo planteado por Olmos et al. (2023), quienes demostraron que la incorporación de técnicas avanzadas, como modelos de aprendizaje profundo, permite reducir significativamente los errores de estimación al capturar mejor la variabilidad espacial del yacimiento.

Desde la perspectiva operacional, la dilución no planificada, los desvíos en la secuencia de minado y las variaciones en los criterios de carguío se identificaron como causas predominantes de las discrepancias observadas. Estos resultados son consistentes con los estudios de Mandujano (2021), quien concluyó que la dependencia excesiva de modelos de largo plazo sin ajustes operativos oportunos conduce a sobreestimaciones o subestimaciones en los planes de minado de corto plazo, afectando directamente la eficiencia operativa. Asimismo, la evidencia obtenida confirma que la falta de control riguroso en campo incrementa la brecha entre lo planificado y lo ejecutado, especialmente en operaciones de gran escala.

En cuanto a los factores de gestión, se identificó que la ausencia de un sistema sistemático y oportuno de reconciliación mensual limita la capacidad de la operación para detectar desviaciones tempranas y aplicar medidas correctivas. Este resultado coincide

con lo señalado por Cuellar y Del Carpio (2024), quienes destacan que la aplicación periódica de factores de reconciliación como F1, F2 y F3 no solo mejora la confiabilidad de los modelos de reservas, sino que también fortalece la toma de decisiones estratégicas. De manera similar, los hallazgos de Vila (2023) refuerzan la importancia de utilizar la reconciliación como una herramienta de retroalimentación continua hacia el modelo geológico, permitiendo reducir la incertidumbre en la estimación de leyes y generar impactos económicos positivos.

En relación con el tercer objetivo específico, orientado a proponer estrategias y mejoras en los procesos de planificación y control operativo, los resultados obtenidos sustentan la necesidad de implementar un enfoque integral de reconciliación que articule de manera efectiva las áreas de geología, planeamiento, mina y planta. Las estrategias propuestas, tales como la reconciliación mensual obligatoria, el uso de dashboards operativos y la retroalimentación sistemática del modelo geológico con datos reales, se encuentran alineadas con las mejores prácticas reportadas en los antecedentes internacionales y nacionales. En particular, la evidencia empírica de este estudio respalda que la mejora en los procesos de control operativo puede reducir significativamente las discrepancias de tonelaje y ley, optimizando la eficiencia global de la operación minera.

La discusión de resultados permite afirmar que las discrepancias observadas en la reconciliación de mineral durante el año 2024 no son eventos aislados, sino el resultado de la interacción de múltiples factores a lo largo de la cadena productiva. La comparación con los antecedentes revisados demuestra que los resultados obtenidos son coherentes con la literatura especializada y refuerzan la relevancia de la reconciliación como una herramienta clave para mejorar la confiabilidad del modelo geológico, la eficiencia operativa y la sostenibilidad económica de las operaciones mineras de tipo superficial.

## CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** Se concluye que durante el año 2024 se presentaron diferencias cuantificables entre los resultados del modelo geológico y los resultados reales obtenidos en mina y planta. El análisis evidenció que el tonelaje planificado por el modelo geológico presentó variaciones mensuales importantes, con valores que oscilaron aproximadamente entre 3.07 Mt y 4.47 Mt, mientras que los factores de reconciliación de tonelaje (F1) mostraron desviaciones relevantes respecto a la unidad, registrándose valores cercanos a 0.98 en algunos meses y superiores a 1.30 en otros, lo que indica subestimaciones y sobreestimaciones significativas del modelo.

**Conclusión 2:** En cuanto a la ley de cobre, el modelo geológico estimó valores promedio cercanos a 0.51 %Cu, mientras que los factores de reconciliación de ley evidenciaron desviaciones del orden de  $\pm 1\%$  a  $\pm 3\%$ , reflejando el impacto de la dilución y del control operativo. Por su parte, la recuperación metalúrgica presentó una mayor estabilidad, con valores promedio cercanos al 84 %, y factores de reconciliación próximos a la unidad, lo que indica un mejor control del proceso en planta en comparación con las etapas de modelamiento y extracción.

**Conclusión 3:** Se concluye que las desviaciones observadas en la reconciliación de mineral durante el año 2024 están asociadas principalmente a factores técnicos y operacionales, con una influencia secundaria de factores de gestión. Desde el punto de vista técnico, el uso de parámetros promedio en el modelo geológico, como una densidad cercana a 2.68–2.69 t/m<sup>3</sup> y leyes promedio constantes, generó errores acumulativos que se reflejaron en desviaciones de tonelaje superiores al 5 % en varios periodos. A nivel operacional, la dilución no planificada fue identificada como una de las principales causas de pérdida de ley, evidenciada por factores de reconciliación de ley inferiores a 1.0 en determinados meses, así como por variaciones del tonelaje reconciliado superiores al 30 % respecto al modelo en escenarios de sobreextracción. Asimismo, la falta de una reconciliación mensual sistemática y de retroalimentación inmediata al modelo contribuyó a que estas desviaciones se mantuvieran y acumularan a lo largo del periodo analizado.

**Conclusión 4:** Se concluye que la aplicación de estrategias de mejora en los procesos de planificación y control operativo tiene el potencial de reducir significativamente las discrepancias identificadas en la reconciliación de mineral. A partir de los resultados

obtenidos, se estima que la implementación de reconciliaciones mensuales, el fortalecimiento del control de leyes en campo y la actualización periódica del modelo geológico con datos reales permitirían reducir las desviaciones de tonelaje a rangos aceptables del orden de  $\pm 5$  %, así como disminuir las diferencias de ley a valores inferiores al  $\pm 2$  %. Asimismo, el uso de indicadores de desempeño como el factor de reconciliación F1 dentro de un rango óptimo de 0.95 a 1.05 contribuiría a mejorar la confiabilidad de la planificación minera y a optimizar la eficiencia global de la operación, consolidando una gestión minera más precisa, controlada y basada en datos reales.

## RECOMENDACIONES

**Recomendación 1:** Se recomienda implementar un sistema de reconciliación mensual obligatoria que permita comparar de manera sistemática los resultados del modelo geológico con los datos reales de mina y planta, utilizando indicadores cuantitativos como el factor de reconciliación F1 para tonelaje, ley y recuperación. Este sistema debería orientarse a mantener las desviaciones dentro de rangos aceptables, específicamente entre 0.95 y 1.05 para el factor F1, considerando que durante el año 2024 se identificaron desviaciones de tonelaje que superaron el 30 % en determinados meses. La aplicación de esta medida permitirá detectar tempranamente las brechas entre lo planificado y lo ejecutado, evitando la acumulación de errores a lo largo del periodo productivo.

**Recomendación 2:** Se recomienda fortalecer los procesos de control operativo y control de leyes en campo, con énfasis en la reducción de la dilución no planificada y en el cumplimiento estricto de la secuencia de minado establecida. Para ello, se sugiere implementar auditorías periódicas de carguío y muestreo, así como la revisión de parámetros técnicos críticos como la densidad y la ley de corte, considerando que las desviaciones de ley identificadas alcanzaron valores del orden de  $\pm 3\%$  y estuvieron directamente asociadas a prácticas operacionales deficientes. Esta recomendación permitirá reducir las pérdidas de ley y mejorar la consistencia entre el modelo geológico y la producción real.

**Recomendación 3:** Se recomienda implementar un enfoque integral de mejora continua que integre las áreas de geología, planeamiento, mina y planta mediante el uso de herramientas digitales de seguimiento, como dashboards operativos y reportes automáticos de reconciliación. Este enfoque debe orientarse a la actualización periódica del modelo geológico con información real de producción y procesamiento, con el objetivo de reducir las desviaciones de tonelaje a valores inferiores al  $\pm 5\%$  y mantener las diferencias de ley por debajo del  $\pm 2\%$ . La adopción de estas estrategias contribuirá a optimizar la eficiencia global de la operación minera, mejorar la confiabilidad de la planificación y fortalecer la toma de decisiones basada en datos reales y oportunos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chenet, M. (2018). *Metodología de la Investigación Científica Universitaria: Guía para la elaboración del proyecto de tesis* (1era ed., Vol. 1). Soluciones Gráficas S.A.C.
- Chieregati, A., Pignatari, L., Pitard, F., & Delboni, H. (2019). Proactive reconciliation as a tool for integrating mining and milling operations. *International Journal of Mining Science and Technology*, 29(2), 239-244.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2019.01.001>
- Cuellar, A., & Del Carpio, M. (2024). *Aplicación de factores de reconciliación minera para validar los modelos de reservas y verificar el nivel de confianza con la producción de planta de procesos de una mina a cielo abierto en la sierra norte del Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].  
<http://hdl.handle.net/10757/674633>
- Dominy, S. (2002). Errors and Uncertainty in Mineral Resource and Ore Reserve Estimation: The Importance of Getting it Right. *Exploration and Mining Geology*, 11(1-4), 77-98. <https://doi.org/10.2113/11.1-4.77>
- Faraj, F. (2024). Grade control drillhole spacing and mining selectivity determination using high resolution simulations applied on distinctly heterogeneous open pit mines. *Mining Technology: Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy*, 133(4), 369-382. <https://doi.org/10.1177/25726668241270400>
- Gupta, A., & Yan, D. (2016). *Mineral Processing Design and Operations*. Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/C2014-0-01236-1>
- Hadi, M., Martel, C., Huayta, F., Rojas, R., & Arias, J. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.073>
- Henning, J., & Mitri, H. (2008). Assessment and Control of Ore Dilution in Long Hole Mining: Case Studies. *Geotechnical and Geological Engineering*, 26(4), 349-366.  
<https://doi.org/10.1007/s10706-008-9172-9>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2023). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

- Herrera, J., & Mayorga, J. (2020). Acciones para reducir diferencias de reconciliación entre el mineral recibido y el enviado a molienda. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 23(45), 29-35. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v23i45.18059>
- Hohn, M. (1991). An Introduction to Applied Geostatistics. *Computers & Geosciences*, 17(3), 471-473. [https://doi.org/10.1016/0098-3004\(91\)90055-I](https://doi.org/10.1016/0098-3004(91)90055-I)
- Ispilco, J. (2022). *Evaluación de la reconciliación de leyes de mineral entre la mina y el PAD de lixiviación del yacimiento epitermal de alta sulfuración Ancos, Apurímac* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/33587>
- Journel, A., & Huijbregts, C. (1978). *Mining Geostatistics* (1st ed.). Academic Press.
- Kumar, A., & Dimitrakopoulos, R. (2022). Updating geostatistically simulated models of mineral deposits in real-time with incoming new information using actor-critic reinforcement learning. *Computers & Geosciences*, 158, 104962. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104962>
- Kursunoglu, S. (2025). A Review on the Recovery of Critical Metals from Mine and Mineral Processing Tailings: Recent Advances. *Journal of Sustainable Metallurgy*. <https://doi.org/10.1007/s40831-025-01126-y>
- López, K. (2021). *Análisis de factores que influyen en la reconciliación de reservas en un pórfido del segmento sur del Batolito de la costa* [Tesis de Pregrado, Universidad del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8079>
- Mandujano, H. (2021). *Modelo de reconciliación para el mejoramiento de la estimación de los planes de minado a corto plazo* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/16460>
- Nageshwaranier, S. (2018). A mine-to-mill economic analysis model and spectral imaging-based tracking system for a copper mine. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 118(1), 7-14. <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2018/v118n1a2>
- Neelakantan, R., Vaezi, G., & Sanders, R. (2018). Effect of shear on the yield stress and aggregate structure of flocculant-dosed, concentrated kaolinite suspensions. *Minerals Engineering*, 123, 95-103. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.03.016>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5ta ed.). Ediciones de la U.

- Olmos, C., Campos, P., & Risso, N. (2023). Error reduction in long-term mine planning estimates using deep learning models. *Expert Systems with Applications*, 217, 119487. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119487>
- Palella, S., & Martins, F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa* (2da ed.). Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Parker, H. (2012). Reconciliation principles for the mining industry. *Mining Technology*, 121(3), 160-176. <https://doi.org/10.1179/1743286312Y.00000000007>
- Rossi, M., & Deutsh, C. (2014). *Mineral Resource Estimation*. Elsevier. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-5717-5>
- Sadeghi, M., Hodouin, D., & Bazin, C. (2018). Mineral processing plant data reconciliation including mineral mass balance constraints. *Minerals Engineering*, 123, 117-127. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.04.023>
- Siddiqui, M., Erwin, K., Khan, S., Chandramohan, R., & Meinke, C. (2024). An Efficient Sample Selection Methodology for a Geometallurgy Study Utilizing Statistical Analysis Techniques. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 41(4), 2193-2201. <https://doi.org/10.1007/s42461-024-01011-4>
- Smee, B., Bloom, L., Arne, D., & Heberlein, D. (2024). Practical applications of quality assurance and quality control in mineral exploration, resource estimation and mining programmes: a review of recommended international practices. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, 24(2). <https://doi.org/10.1144/geochem2023-046>
- Subin, A., Calhoun, J., Renteria, O., Mercado, P., Nakajima, S., Hope, C., Sotelo, M., & Menezes, P. (2024). Promoting a Circular Economy in Mining Practices. *Sustainability*, 16(24), 11016. <https://doi.org/10.3390/su162411016>
- Subramanian, S., Tammishetti, V., & Rai, B. (2016). Concurrent reconciliation of chemical and mineral assays for mineral processing circuits. *International Journal of Mineral Processing*, 146, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.minpro.2015.11.005>
- Sumoza, M. (2024). Optimización de predicciones a corto plazo en minería subterránea mediante la reconciliación de modelos de bloques y datos de procesamiento en planta. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(6). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.3054>
- Tusa, L., Frenzel, M., Pereira, L., Thiele, S., Tolosana, R., & Gutzmer, J. (2025). Geometallurgy: Future Directions. *SEG Discovery*, 140, 27-39. <https://doi.org/10.5382/Geo-and-Mining-26>

- Vasebi, A., Poulin, É., & Hodouin, D. (2012). Dynamic data reconciliation in mineral and metallurgical plants. *Annual Reviews in Control*, 36(2), 235-243.  
<https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2012.09.005>
- Vila, X. (2023). *Uso de la reconciliación para reducir la incertidumbre de la ley en la estimación de recursos minerales en la Mina San Rafael* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/26420>
- Watling, H., Shiers, D., Li, J., Chapman, N., & Douglas, G. (2014). Effect of water quality on the leaching of a low-grade copper sulfide ore. *Minerals Engineering*, 58, 39-51. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.01.005>
- Wills, B., & Finch, J. (2015). *Wills' Mineral Processing Technology. An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*. Elsevier.

## ANEXOS

### Matriz de consistencia

| Problemática                                                                                                                                                                                                                                         | Objetivos                                                                                                                                                                                                                               | Hipótesis                                                                                                                                                                                                                                                      | Metodología                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Problema general                                                                                                                                                                                                                                     | Objetivo general                                                                                                                                                                                                                        | Hipótesis general                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ¿Cuáles son las discrepancias en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la mina y la planta en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024?                                                                               | Analizar las discrepancias en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.                                        | Existen discrepancias significativas en la reconciliación de mineral entre el modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.                                                     | <p><b>Tipo de investigación:</b><br/>Cuantitativo</p> <p><b>Nivel de investigación:</b><br/>Descriptivo-correlacional</p> <p><b>Diseño de la investigación</b><br/>No experimental</p> <p><b>Población y muestra:</b><br/>La población está conformada por todos los registros de reconciliación de mineral del año 2024. La muestra es no probabilística por conveniencia, considerando solo los registros con información completa y verificable en los tres niveles del proceso.</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b><br/>Se utilizará el análisis documental de reportes técnicos internos. Los instrumentos serán fichas de registro, hojas de cálculo y software minero especializado (MineSight, Vulcan o Datamine).</p> |
| Problemas específicos                                                                                                                                                                                                                                | Objetivos específicos                                                                                                                                                                                                                   | Hipótesis específicas                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ¿Cuáles son las diferencias entre los resultados del modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en el proceso de reconciliación de mineral en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024?                         | Identificar y analizar las diferencias entre los resultados del modelo geológico, la operación minera y la planta de procesamiento en el proceso de reconciliación de mineral en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024. | Existen diferencias significativas entre los resultados del modelo geológico, la producción minera y los datos de planta en el proceso de reconciliación de mineral en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ¿Cuáles son las principales causas de las desviaciones identificadas en la reconciliación de mineral, considerando factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024?                           | Evaluar las causas de las desviaciones en la reconciliación de mineral, considerando factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.                                            | Las desviaciones en la reconciliación de mineral están asociadas a factores técnicos, operacionales y de gestión en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| ¿Qué estrategias y mejoras en los procesos de planificación y control operativo pueden proponerse para reducir las discrepancias en la reconciliación de mineral y optimizar la eficiencia en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024? | Proponer estrategias y mejoras en los procesos de planificación y control operativo para reducir las discrepancias en la reconciliación de mineral y optimizar la eficiencia en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024.. | La implementación de estrategias de mejora en los procesos de planificación y control operativo reduce significativamente las discrepancias en la reconciliación de mineral y optimiza la eficiencia en una mina de cobre al sur del Perú durante el año 2024. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## Material: Sulfuro

| Despacho(DSP) |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|---------------|----------------|-------|---------------------------------|-------|---------------------|-------------------------|-------|-----------------------------------|-----|-----------------|-------|-------------------------|-------|
| Mes           | Ore Mine (TMS) | Ley   | Ore Mine enviado a Planta (TMS) | ley   | Ore Chorroado (TMS) | Ore Mine a Stocks (TMS) | LEY   | Stock Ttya enviado a planta (TMS) | ley | Stocks a Planta | ley   | Total Sulfuros a planta | Cut % |
| Mar           | 3,399,999.00   | 0.532 | 2,991,329.00                    | 0.639 |                     | 1,403,634.00            | 0.334 |                                   |     | 102,099.00      | 0.364 | 2,991,329.00            | 0.639 |
| Apr           | 3,414,181.00   | 0.537 | 2,215,054.00                    | 0.662 |                     | 1,199,127.00            | 0.305 |                                   |     | 363,860.00      | 0.349 | 2,578,914.00            | 0.616 |
| May           | 3,897,940.00   | 0.541 | 2,328,480.00                    | 0.647 |                     | 1,279,460.00            | 0.348 |                                   |     | 339,036.00      | 0.464 | 2,687,516.00            | 0.624 |
| Jun           | 3,399,399.00   | 0.594 | 2,292,638.00                    | 0.629 |                     | 765,621.00              | 0.329 |                                   |     | 180,698.00      | 0.470 | 2,453,326.00            | 0.616 |
| Jul           | 3,441,375.00   | 0.530 | 2,327,137.00                    | 0.621 |                     | 1,114,238.00            | 0.248 |                                   |     | 77,026.00       | 0.461 | 2,404,163.00            | 0.616 |
| Aug           | 4,113,645.00   | 0.490 | 2,534,664.00                    | 0.639 |                     | 1,579,681.00            | 0.249 |                                   |     | 296,590.00      | 0.475 | 2,741,554.00            | 0.637 |
| Sep           | 3,096,327.00   | 0.557 | 2,178,301.00                    | 0.657 |                     | 886,036.00              | 0.312 |                                   |     | 357,945.00      | 0.432 | 2,535,946.00            | 0.625 |
| Oct           | 3,964,716.00   | 0.496 | 2,415,834.00                    | 0.645 |                     | 1,048,862.00            | 0.265 |                                   |     | 262,128.00      | 0.522 | 2,677,962.00            | 0.633 |
| Nov           | 4,483,417.00   | 0.453 | 2,287,847.00                    | 0.637 |                     | 2,195,570.00            | 0.261 |                                   |     | 165,917.00      | 0.536 | 2,453,764.00            | 0.630 |
| Dec           | 4,948,449.00   | 0.455 | 2,616,334.00                    | 0.632 |                     | 2,330,115.00            | 0.256 |                                   |     | 141,973.00      | 0.576 | 2,760,307.00            | 0.619 |
| Total         | 45,919,239.00  | 0.51  | 28,347,442.00                   | 0.642 | -                   | 17,171,778.00           | 0.289 | -                                 | -   | 2,534,985.00    | 0.446 | 30,872,427.00           | 0.625 |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
|               |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |
| </            |                |       |                                 |       |                     |                         |       |                                   |     |                 |       |                         |       |

| Material:                                          |              |          |              |                |             |            |                 |       |       |      |         |         |            |          |              |                |
|----------------------------------------------------|--------------|----------|--------------|----------------|-------------|------------|-----------------|-------|-------|------|---------|---------|------------|----------|--------------|----------------|
| LT                                                 |              |          |              |                |             |            |                 |       |       |      |         |         |            |          |              |                |
| Term Model (LT) YP2021 - Julio 2021                |              |          |              |                |             |            |                 |       |       |      |         |         |            |          |              |                |
| Long Term Model (LT) LOM2018 - Mayo 2018 - SOLIDOS |              |          |              |                |             |            |                 |       |       |      |         |         |            |          |              |                |
| Mes                                                | Cu-Conc(Kin) | Mof      | Fef          | WITM (KW-h/TM) | Recup Cut % | SG (TN/m3) | Ore Mines (TMS) | Cut % | MO %  | Fe % | Cusac % | Cuson % | Cu-Conc    | Mof      | Fef          | WITM (KW-h/TM) |
| Jan                                                | 22,246.45    | 713.91   | 186,489.59   | 17.94          | 83.55       | 2.88       | 3,590,744.92    | 0.553 | 0.018 | 4.07 | 0.018   | 0.049   | 15,702.40  | 649.74   | 145,044.80   | 17.81          |
| Feb                                                | 16,503.90    | 578.13   | 111,401.75   | 18.18          | 84.42       | 2.88       | 2,774,968.18    | 0.567 | 0.020 | 3.40 | 0.017   | 0.059   | 15,745.18  | 565.74   | 94,438.97    | 17.85          |
| Mar                                                | 25,725.55    | 722.55   | 155,717.57   | 18.25          | 83.73       | 2.88       | 3,304,390.31    | 0.546 | 0.020 | 3.83 | 0.018   | 0.049   | 18,587.55  | 595.96   | 126,534.04   | 18.05          |
| Apr                                                | 18,684.83    | 654.43   | 158,348.91   | 18.71          | 83.75       | 2.88       | 3,382,542.28    | 0.521 | 0.019 | 4.03 | 0.015   | 0.043   | 17,621.14  | 640.89   | 135,414.34   | 18.56          |
| May                                                | 18,389.58    | 579.13   | 142,955.10   | 17.97          | 83.82       | 2.88       | 3,176,747.31    | 0.538 | 0.017 | 3.81 | 0.018   | 0.049   | 17,102.56  | 536.07   | 120,903.91   | 17.75          |
| Jun                                                | 18,520.70    | 607.83   | 137,987.00   | 17.83          | 83.70       | 2.88       | 3,360,993.52    | 0.539 | 0.019 | 3.86 | 0.017   | 0.046   | 18,101.87  | 593.54   | 126,877.41   | 17.82          |
| Jul                                                | 17,952.67    | 622.78   | 129,806.93   | 18.15          | 83.80       | 2.88       | 3,498,337.78    | 0.512 | 0.018 | 3.68 | 0.017   | 0.046   | 17,928.81  | 620.82   | 128,527.33   | 18.15          |
| Aug                                                | 16,416.78    | 684.89   | 125,726.26   | 18.12          | 84.17       | 2.87       | 3,592,092.58    | 0.438 | 0.018 | 3.17 | 0.018   | 0.053   | 15,468.91  | 620.18   | 112,714.78   | 17.89          |
| Sep                                                | 15,626.58    | 688.95   | 102,891.12   | 17.48          | 84.32       | 2.87       | 2,886,883.15    | 0.500 | 0.022 | 3.37 | 0.017   | 0.050   | 14,484.09  | 636.81   | 97,558.55    | 17.50          |
| Oct                                                | 21,137.24    | 688.48   | 162,817.64   | 17.83          | 83.52       | 2.88       | 4,046,270.21    | 0.507 | 0.019 | 4.13 | 0.018   | 0.048   | 20,532.80  | 646.95   | 167,155.26   | 17.86          |
| Nov                                                | 20,181.95    | 630.97   | 191,128.95   | 18.63          | 83.27       | 2.88       | 4,188,805.92    | 0.487 | 0.015 | 4.25 | 0.016   | 0.043   | 19,574.52  | 617.49   | 179,709.54   | 18.59          |
| Dec                                                | 25,724.34    | 689.43   | 207,987.93   | 18.42          | 83.18       | 2.88       | 5,133,904.21    | 0.481 | 0.018 | 4.12 | 0.018   | 0.042   | 24,701.94  | 636.34   | 211,363.83   | 18.40          |
| Total                                              | 232,582.18   | 6,051.28 | 1,883,088.75 | 80.77          | 83.73       | 2.88       | 42,877,628.38   | 0.51  | 0.02  | 3.83 | 0.02    | 0.05    | 219,031.27 | 7,842.43 | 1,648,471.88 | 18.05          |

Revisar

| Long Term Model (LT) Recursos & Reservas - Noviembre 2018 10x10x15 |             |            |                 |       |        |        |         |         |            |              |               |                |             |            |                    |                   |                                  |
|--------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|------------|--------------|---------------|----------------|-------------|------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|
| Mes                                                                | Recup Cut % | SG (TN/m3) | Ore Mines (TMS) | Cut % | Au g/t | Ag g/t | Cusac % | Cuson % | Cu-Conc    | Auf          | Agf           | WITM (KW-h/TM) | Recup Cut % | SG (TN/m3) | Stock Pile(inicio) | Stock Pile(final) | diferencia Stock P - Stock P ini |
| Jan                                                                | 83.82       | 2.88       | -               | -     | -      | -      | -       | -       | -          | -            | -             | -              | -           | -          | -                  | -                 | -                                |
| Feb                                                                | 84.78       | 2.87       | -               | -     | -      | -      | -       | -       | -          | -            | -             | -              | -           | -          | -                  | -                 | -                                |
| Mar                                                                | 84.05       | 2.88       | 3,621,944.70    | 0.82  | 0.10   | 1.78   | 0.000   | 0.0001  | 56,996.56  | 298,418.17   | 4,373,193.33  | 14.18          | 87.77       | 2.88       | -                  | -                 | -                                |
| Apr                                                                | 84.17       | 2.89       | 2,831,970.50    | 0.87  | 0.14   | 1.87   | 0.000   | 0.0001  | 44,688.26  | 332,670.61   | 3,438,113.36  | 14.25          | 87.34       | 2.88       | -                  | -                 | -                                |
| May                                                                | 83.89       | 2.88       | 2,368,314.36    | 0.84  | 0.02   | 3.73   | 0.028   | 0.0900  | 45,433.38  | 311,736.25   | 3,606,969.92  | 17.18          | 84.19       | 2.87       | -                  | -                 | -                                |
| Jun                                                                | 83.82       | 2.88       | 2,796,281.58    | 0.82  | 0.18   | 2.54   | 0.019   | 0.0619  | 54,963.85  | 363,187.19   | 4,625,558.35  | 13.74          | 84.86       | 2.88       | -                  | -                 | -                                |
| Jul                                                                | 83.81       | 2.88       | 2,768,338.82    | 0.85  | 0.13   | 2.37   | 0.031   | 0.1432  | 57,144.75  | 283,877.18   | 4,267,046.34  | 14.08          | 83.46       | 2.81       | -                  | -                 | -                                |
| Aug                                                                | 84.17       | 2.87       | 3,257,130.85    | 0.71  | 0.08   | 1.81   | 0.038   | 0.2033  | 58,995.62  | 234,958.61   | 4,091,628.82  | 14.58          | 83.39       | 2.81       | -                  | -                 | -                                |
| Sep                                                                | 84.28       | 2.87       | 3,988,988.04    | 0.52  | 0.09   | 1.22   | 0.037   | 0.2178  | 51,331.52  | 192,759.90   | 3,188,345.99  | 15.14          | 83.41       | 2.80       | -                  | -                 | -                                |
| Oct                                                                | 83.89       | 2.88       | 3,396,863.84    | 0.56  | 0.09   | 1.34   | 0.032   | 0.4087  | 44,577.80  | 263,538.08   | 2,958,447.48  | 16.21          | 86.00       | 2.80       | -                  | -                 | -                                |
| Nov                                                                | 83.35       | 2.88       | 2,872,260.45    | 0.88  | 0.11   | 1.28   | 0.030   | 0.2840  | 38,862.49  | 290,482.83   | 2,362,273.37  | 16.65          | 87.74       | 2.89       | -                  | -                 | -                                |
| Dec                                                                | 83.55       | 2.88       | 3,063,586.25    | 0.56  | 0.11   | 1.31   | 0.024   | 0.2028  | 39,528.82  | 280,147.24   | 2,625,025.50  | 16.37          | 88.34       | 2.89       | -                  | -                 | -                                |
| Total                                                              | 83.89       | 1.84       | 21,884,678.94   | 0.88  | 0.10   | 2.08   | 0.02    | 0.11    | 388,473.24 | 2,815,799.39 | 27,572,613.58 | 22.35          | 84.87       | 2.80       | -                  | -                 | -                                |

| material:                         |                   |                                 |                  |     |                                                                                      |                        |                |                                          |       |       |      |         |         |              |             |  |
|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------------------------------------|-------|-------|------|---------|---------|--------------|-------------|--|
| VARIACIÓN ORE MINE EN CUT MENSUAL |                   |                                 |                  |     |                                                                                      |                        |                |                                          |       |       |      |         |         |              |             |  |
| VARIACIÓN ORE MINE ENVÍO PLANTA   |                   |                                 |                  |     |                                                                                      |                        |                |                                          |       |       |      |         |         |              |             |  |
| Planta                            |                   |                                 |                  |     |                                                                                      |                        |                |                                          |       |       |      |         |         |              |             |  |
| Mes                               | Stock Pile(Final) | diferencia StockP F - StockP In | Envío a planta 2 | ley | Balance total Ingresado a molino (dato despacho Mat a planta- dif Stock pile planta) | ley de cu seg despacho | Ore Molido TMS | Mineral enviado a Planta (TMS) ( Moldeo) | Cut % | Mo %  | Fe % | Cusac % | Cuson % | Wt (KW-h/TM) | Recup Cut % |  |
| Jan                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,617,515.00                                                                         | 0.62                   | 2,617,515.00   | 2,617,515.00                             | 0.624 | 0.022 | 3.60 | 0.029   | 0.091   | 18.40        | 82.52       |  |
| Feb                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,329,077.00                                                                         | 0.63                   | 2,329,077.00   | 2,329,077.00                             | 0.645 | 0.023 | 3.41 | 0.029   | 0.104   | 18.46        | 81.28       |  |
| Mar                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,413,191.00                                                                         | 0.63                   | 2,413,191.00   | 2,413,191.00                             | 0.625 | 0.020 | 3.53 | 0.027   | 0.088   | 18.60        | 81.43       |  |
| Apr                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,578,914.00                                                                         | 0.62                   | 2,578,914.00   | 2,578,914.00                             | 0.618 | 0.020 | 3.49 | 0.031   | 0.082   | 19.17        | 80.70       |  |
| May                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,667,516.00                                                                         | 0.62                   | 2,667,516.00   | 2,667,516.00                             | 0.624 | 0.018 | 3.63 | 0.029   | 0.084   | 18.84        | 79.15       |  |
| Jun                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,453,326.00                                                                         | 0.63                   | 2,453,326.00   | 2,453,326.00                             | 0.618 | 0.020 | 3.58 | 0.028   | 0.077   | 19.01        | 82.06       |  |
| Jul                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,404,163.00                                                                         | 0.63                   | 2,404,163.00   | 2,404,163.00                             | 0.616 | 0.022 | 3.35 | 0.028   | 0.062   | 18.64        | 81.32       |  |
| Aug                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,741,554.00                                                                         | 0.63                   | 2,741,554.00   | 2,741,554.00                             | 0.627 | 0.021 | 3.33 | 0.027   | 0.053   | 17.97        | 80.37       |  |
| Sep                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,535,948.00                                                                         | 0.63                   | 2,535,948.00   | 2,535,948.00                             | 0.626 | 0.020 | 3.38 | 0.027   | 0.057   | 18.01        | 81.44       |  |
| Oct                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,677,962.00                                                                         | 0.63                   | 2,677,962.00   | 2,677,962.00                             | 0.633 | 0.021 | 3.55 | 0.029   | 0.063   | 18.56        | 81.53       |  |
| Nov                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,453,784.00                                                                         | 0.63                   | 2,453,784.00   | 2,453,784.00                             | 0.630 | 0.023 | 3.67 | 0.027   | 0.054   | 18.82        | 82.47       |  |
| Dec                               | -                 | -                               | -                | -   | 2,760,307.00                                                                         | 0.63                   | 2,760,307.00   | 2,760,307.00                             | 0.619 | 0.109 | 3.54 | 0.028   | 0.066   | 18.57        | 84.12       |  |
| Total                             | -                 | -                               | -                | -   | 30,872,427.00                                                                        | 0.63                   | 30,872,427.00  | 30,872,427.00                            | 0.625 | 0.030 | 3.50 | 0.028   | 0.074   | 18.35        | 81.54       |  |

| Material:                       |              |       |              |       |               |        |               |         |            |       |               |        |          |       |          |        |
|---------------------------------|--------------|-------|--------------|-------|---------------|--------|---------------|---------|------------|-------|---------------|--------|----------|-------|----------|--------|
| VARIACIÓN MENSUAL EN LEY DE CUT |              |       |              |       |               |        |               |         |            |       |               |        |          |       |          |        |
| Planta                          |              |       |              |       |               |        |               |         |            |       |               |        |          |       |          |        |
| Mes                             | TMS          | %     | TMS          | %     | TMS           | %      | TMS           | %       | TMS        | %     | TMS           | %      | Dif %Cut | % Est | Dif %Cut | % Est  |
| Jan                             | 512,076.13   | 11.4% | 380,759.32   | 8.7%  | 4,473,963.13  | 100.0% | 4,083,203.81  | 80.10%  | 121,316.81 | 3.0%  | 4,473,963.13  | 100.0% | -        | 0.0%  | 1.1%     | -2.2%  |
| Feb                             | 438,910.49   | 13.9% | 51,130.34    | 1.7%  | 3,075,154.81  | 100.0% | 3,024,024.16  | 80.10%  | 478,040.84 | 15.8% | 3,075,154.81  | 100.0% | -        | 0.0%  | -0.4%    | 0.8%   |
| Mar                             | 463,538.85   | 11.1% | 165,594.62   | 4.5%  | 3,810,412.58  | 100.0% | 3,448,065.29  | 80.10%  | 33,884.29  | 1.0%  | 3,810,412.58  | 100.0% | -        | 0.0%  | -4.3%    | 3.8%   |
| Apr                             | 386,221.58   | 10.4% | 362,347.28   | 9.5%  | 3,971,763.19  | 100.0% | 3,608,198.57  | 80.10%  | 133,409.09 | 3.8%  | 3,971,763.19  | 100.0% | -        | 0.0%  | -3.7%    | -7.2%  |
| May                             | 32,185.53    | 0.9%  | 165,594.62   | 4.5%  | 971,763.19    | 26.7%  | 808,198.57    | -30.2%  | 133,409.09 | -3.8% | 1,271,811.17  | 34.9%  | -        | 0.0%  | 3.7%     | -7.2%  |
| Jun                             | 463,538.85   | 11.1% | 242,994.88   | 6.8%  | 3,810,412.58  | 100.0% | 3,448,065.29  | 80.10%  | 33,884.29  | 1.0%  | 3,810,412.58  | 100.0% | -        | 0.0%  | -4.3%    | 3.8%   |
| Jul                             | 78,488.18    | 2.2%  | 178,271.83   | 5.1%  | 1,102,487.77  | 31.3%  | 924,226.24    | -38.3%  | 101,783.35 | -3.0% | 1,102,487.77  | 31.3%  | -        | 0.0%  | -1.1%    | 2.2%   |
| Aug                             | 23,514.78    | 0.6%  | 277,193.10   | 8.8%  | 1,206,401.80  | 28.9%  | 929,208.55    | -32.2%  | 300,707.88 | -7.9% | 1,206,401.80  | 28.9%  | -        | 0.0%  | 8.8%     | -32.0% |
| Sep                             | 48,932.25    | 1.6%  | 108,512.23   | 3.5%  | 665,551.89    | -21.0% | 764,063.82    | 20.3%   | 58,579.88  | -2.0% | 883,738.79    | -28.4% | -        | 0.0%  | 5.5%     | -11.0% |
| Oct                             | 379,259.74   | 8.7%  | 238,041.67   | 5.5%  | 1,114,664.33  | 25.7%  | 876,622.66    | -27.1%  | 141,218.07 | 3.4%  | 1,114,664.33  | 25.7%  | -        | 0.0%  | 1.0%     | -2.0%  |
| Nov                             | 28,735.80    | 0.8%  | 357,453.00   | 8.0%  | 1,678,045.88  | 37.7%  | 1,320,592.86  | -47.8%  | 386,188.80 | -8.4% | 1,562,420.74  | 35.5%  | -        | 0.0%  | 0.0%     | 3.8%   |
| Dec                             | 1,087,011.10 | 18.0% | 821,413.08   | 13.3% | 3,080,852.75  | 51.0%  | 2,279,438.68  | -77.1%  | 386,188.80 | -8.4% | 2,941,873.85  | 48.7%  | -        | 0.0%  | 1.2%     | -2.8%  |
| Total                           | 2,518,950.75 | 5.2%  | 3,388,947.82 | 7.1%  | 33,684,805.48 | 70.1%  | 30,265,857.87 | -270.7% | 887,998.87 | -2.2% | 26,145,491.81 | 54.4%  | -        | 0.0%  | 2.4%     | -5.0%  |

**Material:** \_\_\_\_\_

|       | VARIACIÓN MENSUAL EN WI |           |           |          |          |          |           |           | VARIACIÓN MENSUAL EN RECUPERACIÓN CUT |          |          |           |           |           |            |          | VARIACIÓN MENSUAL EN SG |          |           |       |  |  |  |  |
|-------|-------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|---------------------------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-------------------------|----------|-----------|-------|--|--|--|--|
|       | LP vs PLT               | LP vs LP1 | LP vs LP2 | LP vs CP | LP vs MP | MP vs CP | CP vs PLT | MP vs PLT | LP vs CP                              | LP vs MP | MP vs CP | CP vs PLT | MP vs PLT | LP vs PLT | LP1 vs PLT | LP vs CP | LP vs MP                | MP vs CP | CP vs PLT |       |  |  |  |  |
| Mes   | % Var                   | % Var     | % Var     | % Var    | % Var    | % Var    | % Var     | % Var     | % Var                                 | % Var    | % Var    | % Var     | % Var     | % Var     | % Var      | % Var    | % Var                   | % Var    | % Var     |       |  |  |  |  |
| Jan   | 13.6%                   | 100.0%    | -70.3%    | -8.1%    | 100.0%   | #DIV/0!  | -56.1%    | #DIV/0!   | -100.6%                               | -44.6%   | 100.0%   | #DIV/0!   | -38.7%    | #DIV/0!   | -2.6%      | #DIV/0!  | -2.4%                   | 100.0%   | #DIV/0!   | -0.1% |  |  |  |  |
| Feb   | 6.0%                    | 100.0%    | -70.1%    | -6.8%    | 100.0%   | #DIV/0!  | -59.7%    | #DIV/0!   | -82.8%                                | -35.7%   | 100.0%   | #DIV/0!   | -34.7%    | #DIV/0!   | -1.7%      | #DIV/0!  | -4.4%                   | 100.0%   | #DIV/0!   | 2.7%  |  |  |  |  |
| Mar   | 5.4%                    | 54.3%     | -55.1%    | -5.1%    | 100.0%   | #DIV/0!  | -62.4%    | #DIV/0!   | -77.8%                                | -49.5%   | 100.0%   | #DIV/0!   | -31.5%    | #DIV/0!   | -2.1%      | 100.0%   | -3.3%                   | 100.0%   | #DIV/0!   | 0.1%  |  |  |  |  |
| Apr   | 16.1%                   | 55.1%     | -69.7%    | -31.0%   | 100.0%   | #DIV/0!  | -52.5%    | #DIV/0!   | -107.6%                               | -81.7%   | 100.0%   | #DIV/0!   | -28.3%    | #DIV/0!   | -2.9%      | -34.5%   | -2.4%                   | 23.6%    | -34.1%    | -0.1% |  |  |  |  |
| May   | 7.6%                    | 4.9%      | -65.1%    | -23.6%   | -167.3%  | 53.7%    | -589.0%   | 37.9%     | -82.2%                                | -81.3%   | -589.0%  | 73.7%     | -0.5%     | 73.6%     | -4.8%      | -9.7%    | -3.1%                   | 23.1%    | -34.0%    | -1.7% |  |  |  |  |
| Jun   | 8.8%                    | 55.2%     | -63.3%    | -3.6%    | 100.0%   | 65.0%    | -65.6%    | 63.6%     | -39.6%                                | -37.6%   | 35.5%    | -15.6%    | -15.6%    | 62.1%     | -6.8%      | 66.6%    | -3.3%                   | 23.4%    | -34.6%    | 0.2%  |  |  |  |  |
| Jul   | 9.2%                    | 35.7%     | -62.2%    | -3.6%    | 166.5%   | 60.6%    | -56.3%    | 38.9%     | -34.5%                                | -23.5%   | 48.3%    | -1.8%     | 48.0%     | -2.7%     | -32.6%     | -3.1%    | 21.3%                   | -31.1%   | 0.6%      |       |  |  |  |  |
| Ago   | 4.2%                    | 63.0%     | -63.0%    | 4.0%     | 180.0%   | 66.8%    | -91.3%    | 34.5%     | -17.6%                                | 3.9%     | 65.8%    | 74.6%     | -12.3%    | 71.6%     | -1.8%      | 18.7%    | -28.2%                  | 2.8%     | 0.6%      |       |  |  |  |  |
| Sep   | -1.6%                   | 63.0%     | -61.1%    | 0.1%     | -161.6%  | 62.1%    | -62.4%    | 38.4%     | -14.2%                                | -2.7%    | -516.6%  | 86.3%     | -11.2%    | 81.5%     | -3.0%      | -18.9%   | -4.6%                   | 12.4%    | -19.5%    | 1.9%  |  |  |  |  |
| Oct   | 15.7%                   | 68.0%     | -82.4%    | -11.0%   | 187.5%   | 61.4%    | -64.4%    | 36.6%     | -41.7%                                | -25.5%   | -847.2%  | 83.6%     | -12.9%    | 85.0%     | -14.5%     | -4.2%    | 8.7%                    | -14.1%   | 0.6%      |       |  |  |  |  |
| Nov   | 14.6%                   | 70.1%     | -72.6%    | -7.0%    | 210.8%   | 65.6%    | -61.3%    | 44.5%     | -25.9%                                | -9.3%    | -777.6%  | 87.5%     | -15.2%    | 85.7%     | -1.0%      | -13.0%   | -2.1%                   | 11.0%    | -14.7%    | 1.0%  |  |  |  |  |
| Dic   | 17.3%                   | 69.5%     | -66.0%    | -7.0%    | 185.8%   | 62.6%    | -56.0%    | 41.6%     | -26.0%                                | -29.9%   | -438.5%  | 82.4%     | -23.4%    | 75.3%     | -0.3%      | 13.4%    | -3.4%                   | 10.8%    | -15.9%    | 1.0%  |  |  |  |  |
| Total | 10.7%                   | 46.7%     | -70.6%    | -8.9%    | 175.2%   | 68.9%    | -55.9%    | 39.9%     | -61.7%                                | -35.6%   | -362.5%  | 76.9%     | -19.2%    | 65.0%     | 69.4%      | 16.8%    | 69.2%                   | -29.6%   | 0.8%      |       |  |  |  |  |

MAILING LIST \_\_\_\_\_

|       |         | Mês       |         |           |        |            |       |          |         | Semana   |         |          |         |           |       | Trimestre |       |           |       |          |       |          | Ano |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
|-------|---------|-----------|---------|-----------|--------|------------|-------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|----------|-------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------|-----|-----------|
|       |         | MP vs PLT |         | LP vs PLT |        | LPI vs PLT |       | LP vs CP |         | LP vs MP |         | MP Vs CP |         | CP vs PLT |       | MP vs LP  |       | LPI vs CP |       | LP vs MP |       | LP vs CP |     | LP vs MP |     | MP Vs CP |     | LP vs PLT |     | DSP | CP  | MP  | LP  | LP1                        | PLT | DSP à PLT |
| Mes   | % Var   | % Var     | % Var   | % Var     | % Var  | % Var      | % Var | % Var    | % Var   | % Var    | % Var   | % Var    | % Var   | % Var     | % Var | % Var     | Mtn   | Mtn       | Mtn   | Mtn      | Mtn   | Mtn      | Mtn | Mtn      | Mtn | Mtn      | Mtn | Mtn       | Mtn | Mtn | Mtn | Mtn | Mtn | Mtn baseado<br>segundo DSP |     |           |
| Jan   | #DIV/0! | -1,2%     | #DIV/0! | 0,4%      | 100,0% | #DIV/0!    | 0,9%  | #DIV/0!  | #DIV/0! | #DIV/0!  | -0,01%  | 100,00%  | #DIV/0! | #DIV/0!   | 3,96  | 4,08      | -     | 4,47      | -     | 2,62     | 2,92  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Feb   | #DIV/0! | 3,8%      | #DIV/0! | -0,2%     | 100,0% | #DIV/0!    | 3,8%  | #DIV/0!  | #DIV/0! | 0,01%    | 100,00% | #DIV/0!  | #DIV/0! | 3,50      | 3,02  | -         | 3,08  | -         | 2,33  | 2,33     |       |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Mar   | #DIV/0! | 3,8%      | 7,2%    | -1,1%     | 100,0% | #DIV/0!    | 2,9%  | #DIV/0!  | -3,75%  | 100,00%  | #DIV/0! | -3,77%   | 3,98    | 3,79      | -     | 3,98      | 3,92  | 2,85      | 2,85  |          |       |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Apr   | -34,2%  | 3,1%      | 7,6%    | -0,2%     | 100,0% | #DIV/0!    | 8,1%  | #DIV/0!  | -4,12%  | 100,00%  | #DIV/0! | -4,24%   | 3,41    | 3,45      | -     | 3,81      | 2,83  | 2,58      | 2,58  |          |       |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| May   | -38,3%  | 8,2%      | 8,0%    | 0,2%      | -1,8%  | 2,1%       | 5,1%  | 7,1%     | -0,98%  | 2,52%    | 0,01%   | -3,16%   | -0,98%  | 3,81      | 3,47  | -         | 2,87  | 3,84      | 2,37  | 2,67     | 2,67  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Jun   | -38,3%  | 8,2%      | 8,4%    | -0,4%     | -2,8%  | 2,3%       | 5,3%  | 7,3%     | -0,98%  | 2,52%    | 0,01%   | -3,16%   | -0,98%  | 3,81      | 3,47  | -         | 2,87  | 3,84      | 2,37  | 2,67     | 2,67  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Jul   | -30,5%  | 3,5%      | 2,6%    | -0,6%     | -0,5%  | -0,1%      | 3,6%  | 3,5%     | -2,75%  | -0,17%   | -0,00%  | 2,46%    | -2,58%  | -2,70%    | 3,44  | 3,34      | 2,42  | 3,52      | 2,77  | 2,40     | 2,40  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Aug   | -22,0%  | 4,0%      | -2,6%   | -0,5%     | 3,4%   | -4,0%      | 5,0%  | 1,2%     | -2,73%  | -0,98%   | -0,29%  | 1,83%    | -2,16%  | -2,43%    | 4,11  | 3,81      | 2,88  | 4,08      | 3,30  | 2,74     | 2,74  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Sep   | -17,6%  | 3,8%      | 2,4%    | -0,5%     | 2,0%   | -2,5%      | 3,8%  | 1,4%     | -2,95%  | -0,98%   | -0,29%  | 2,52%    | -2,87%  | -2,93%    | 3,07  | 3,01      | 3,77  | 3,12      | 4,00  | 2,54     | 2,54  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Oct   | -13,4%  | 2,4%      | 5,2%    | 0,0%      | -3,2%  | 3,2%       | 2,3%  | 6,5%     | -3,38%  | -0,42%   | 0,05%   | 3,04%    | -3,39%  | -3,04%    | 3,98  | 4,11      | 3,29  | 3,23      | 4,34  | 2,68     | 2,68  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Nov   | -13,9%  | 1,0%      | 6,0%    | 0,3%      | -0,1%  | -0,1%      | 0,7%  | 5,9%     | -3,53%  | -0,42%   | 0,01%   | -3,09%   | -3,53%  | 4,49      | 4,10  | 2,78      | 4,45  | 2,67      | 2,45  | 2,45     |       |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Dec   | -12,4%  | -1,2%     | 4,8%    | -0,1%     | -4,4%  | 4,1%       | -1,9% | 3,1%     | -3,50%  | -0,33%   | 0,00%   | 3,06%    | -3,16%  | -3,50%    | 4,95  | 5,23      | 2,95  | 6,04      | 3,09  | 2,76     | 2,76  |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |
| Total | -28,7%  | 2,8%      | 4,0%    | -0,1%     | 0,5%   | -0,8%      | 2,7%  | 2,1%     | -3,00%  | -0,17%   | -0,00%  | 2,76%    | -2,89%  | -3,01%    | 45,92 | 44,63     | 14,37 | 48,03     | 21,86 | 30,87    | 30,87 |          |     |          |     |          |     |           |     |     |     |     |     |                            |     |           |

**Material:**

| DSP a PLT |                           |          |         |         |         |          |          |             | DSP     |     |     |        |               |       |          |                |            |  |
|-----------|---------------------------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|-------------|---------|-----|-----|--------|---------------|-------|----------|----------------|------------|--|
| Mes       | Mtn balacado<br>segun DSP | Acum_DSP | Acum_CP | Acum_MP | Acum_LP | Acum_LP1 | Acum_PLT | sum_DSP-PLT | Lim Sup | 10% | 20% | ton    | ley           | recup | tons*ley | tons*ley*recup |            |  |
| Jan       | 2                         | 2.83     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | ENE-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Feb       | 3                         | 2.33     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | FEB-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Mar       | 3                         | 2.33     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | MAR-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Apr       | 3                         | 2.58     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | ABR-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| May       | 3                         | 2.07     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | MAY-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Jun       | 3                         | 2.45     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | JUN-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Jul       | 3                         | 2.40     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | JUL-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Aug       | 3                         | 2.74     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | AGO-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Sep       | 3                         | 2.54     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     | SEP-19 | 3,378,316.62  | 0.70  | 86.47    | 23,722.22      | 20,513.02  |  |
| Oct       | 3                         | 2.68     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     |        |               |       |          |                |            |  |
| Nov       | 3                         | 2.45     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     |        |               |       |          |                |            |  |
| Dec       | 3                         | 2.76     | #REF!   | #REF!   | #REF!   | #REF!    | #REF!    | #REF!       |         |     |     |        |               |       |          |                |            |  |
| Total     | 37                        | 30.67    |         |         |         |          |          |             |         |     |     | Avg    | 45,519,220.00 | 0.51  | 81.54    | 231,457.53     | 186,732.06 |  |

**Material:**

| Mes   | LP   |       |            |            |                |      | LP1   |            |            |                |      |       | PLT        |            |                |       |         |       | LP Vs CP | LP vs MP | MP vs CP | LP vs DSP | Lim inf |
|-------|------|-------|------------|------------|----------------|------|-------|------------|------------|----------------|------|-------|------------|------------|----------------|-------|---------|-------|----------|----------|----------|-----------|---------|
|       | ton  | ley   | recup      | tons/ley   | tons/ley/recup | ton  | ley   | recup      | tons/ley   | tons/ley/recup | ton  | ley   | recup      | tons/ley   | tons/ley/recup |       |         |       |          |          |          |           |         |
| Jan   | 0.80 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Feb   | 0.80 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Mar   | 0.60 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Apr   | 0.80 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| May   | 0.60 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Jun   | 0.80 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Jul   | 0.80 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Aug   | 0.80 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Sep   | 0.80 | 86.56 | 23,262.86  | 20.135.22  | 4,336.270.65   | 0.55 | 86.42 | 23,980.82  | 20.724.35  | 3,206.787.05   | 0.55 | 86.47 | 17,722.19  | 15,324.89  | -19.6%         | -8.6% | -10.1%  | -2.0% | -10%     | 0%       |          |           |         |
| Oct   |      |       |            |            |                |      |       |            |            |                |      |       |            |            |                |       |         |       |          |          |          |           |         |
| Nov   |      |       |            |            |                |      |       |            |            |                |      |       |            |            |                |       |         |       |          |          |          |           |         |
| Dec   |      |       |            |            |                |      |       |            |            |                |      |       |            |            |                |       |         |       |          |          |          |           |         |
| Total | 0.48 | 83.70 | 232,562.10 | 194,645.93 | 21,884,678.94  | 0.68 | 84.97 | 148,581.91 | 126,230.55 | 30,872,427.00  | 0.68 | 81.54 | 269,524.33 | 270,888.37 | -0.8%          | 52.0% | -109.8% | 0.5%  | -10%     | 0%       |          |           |         |

**Material:**

| Mes   | MP | MP vs CP | LP vs DSP | Lim Inf | CP vs DSP | DSP vs PLT | LP1 Vs CP | Factor de Escalamiento |       |        |         |               |                       |            |      |       |            |               |      |       |            |            |
|-------|----|----------|-----------|---------|-----------|------------|-----------|------------------------|-------|--------|---------|---------------|-----------------------|------------|------|-------|------------|---------------|------|-------|------------|------------|
|       |    |          |           |         |           |            |           | DSP Ingresado a molino |       |        |         |               | CP Ingresado a molino |            |      |       |            |               |      |       |            |            |
|       |    |          |           |         |           |            |           | ton                    | lay   | recup  | ton*lay | one*lay/recup | ton                   | ton mls    | lay  | recup | ton*lay    | one*lay/recup |      |       |            |            |
| Jul   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | -14.7%    | 3,374.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Feb   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Mar   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Apr   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| May   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Jun   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Jul   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Aug   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Sep   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Oct   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Nov   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Dic   |    | -10.1%   | -2.0%     | -10%    | 0%        | -4,089.92  | 85.3%     | 5,379.04               | 23.3% | -16.0% | 0.69    | 86.47         | 23,096.23             | 19,971.71  | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71     | 0.69 | 86.47 | 23,096.23  | 19,971.71  |
| Total |    | -108.8%  | 0.5%      | -10%    | 0%        | -2,974.30  | -1.3%     | -16,552.44             | -8.8% | -57.8% | 0.63    | 81.54         | 193,000.85            | 157,380.56 | 0.53 | 83.82 | 193,000.85 | 157,380.56    | 0.53 | 83.82 | 193,000.85 | 157,380.56 |

| Month | LT_TM        | LT_Cu% | LT_Rec | LT_Cu%       | LT_SG | LT_CuF    | LT_Au | LT_Ag | LT_WI | ST_TM        | ST_Cu% | ST_Rec | ST_Cu%       | ST_SG | ST_CuF    | ST |
|-------|--------------|--------|--------|--------------|-------|-----------|-------|-------|-------|--------------|--------|--------|--------------|-------|-----------|----|
| Jan   | 4,473,963.13 | 0.50   | 83.55  | 2,224,845.40 | 2.68  | 18,588.05 | 0.02  | 4.17  | 17.94 | 4,083,203.81 | 0.51   | 83.22  | 2,065,739.71 | 2.68  | 17,191.71 |    |
| Feb   | 3,075,154.51 | 0.54   | 84.42  | 1,655,390.23 | 2.68  | 13,974.68 | 0.02  | 3.62  | 18.16 | 3,024,024.16 | 0.54   | 84.55  | 1,627,367.77 | 2.68  | 13,759.89 |    |
| Mar   | 3,961,309.50 | 0.51   | 83.73  | 2,012,509.11 | 2.68  | 16,851.34 | 0.02  | 3.93  | 18.29 | 3,735,682.56 | 0.55   | 83.82  | 2,070,812.97 | 2.68  | 17,357.03 |    |
| Apr   | 3,810,412.55 | 0.49   | 83.76  | 1,868,483.25 | 2.69  | 15,650.00 | 0.02  | 4.16  | 18.71 | 3,448,065.29 | 0.55   | 83.94  | 1,903,657.53 | 2.69  | 15,978.84 |    |
| May   | 3,640,125.53 | 0.50   | 83.62  | 1,836,956.35 | 2.69  | 15,360.93 | 0.02  | 3.93  | 17.97 | 3,474,530.91 | 0.57   | 83.43  | 1,996,174.79 | 2.69  | 16,655.00 |    |
| Jun   | 3,511,835.85 | 0.53   | 83.70  | 1,852,069.62 | 2.68  | 15,501.95 | 0.02  | 3.93  | 17.83 | 3,269,231.30 | 0.57   | 84.22  | 1,849,627.71 | 2.69  | 15,577.52 |    |
| Jul   | 3,517,863.18 | 0.51   | 83.80  | 1,799,267.40 | 2.68  | 15,077.56 | 0.02  | 3.69  | 18.15 | 3,339,591.65 | 0.55   | 84.32  | 1,825,746.60 | 2.68  | 15,395.15 |    |
| Aug   | 4,090,130.22 | 0.40   | 84.17  | 1,641,678.33 | 2.67  | 13,817.50 | 0.02  | 3.07  | 18.12 | 3,812,937.12 | 0.45   | 84.60  | 1,717,693.85 | 2.68  | 14,531.44 |    |
| Sep   | 3,115,259.25 | 0.50   | 84.32  | 1,562,657.50 | 2.67  | 13,175.61 | 0.02  | 3.30  | 17.49 | 3,006,747.02 | 0.55   | 84.69  | 1,643,417.96 | 2.68  | 13,917.38 |    |
| Oct   | 4,343,975.74 | 0.49   | 83.52  | 2,113,724.30 | 2.69  | 17,654.37 | 0.02  | 4.21  | 17.93 | 4,105,934.07 | 0.54   | 83.49  | 2,206,293.65 | 2.69  | 18,419.33 |    |
| Nov   | 4,454,681.20 | 0.45   | 83.27  | 2,016,194.83 | 2.69  | 16,788.22 | 0.01  | 4.29  | 18.63 | 4,097,228.20 | 0.49   | 83.02  | 2,008,605.89 | 2.69  | 16,675.58 |    |
| Dec   | 6,035,460.10 | 0.44   | 83.16  | 2,672,433.84 | 2.69  | 22,224.49 | 0.01  | 4.27  | 18.52 | 5,234,047.04 | 0.48   | 83.27  | 2,528,044.72 | 2.69  | 21,050.27 |    |

Datos obtenidos de los sólidos de planeamiento según Modelo Largo Plazo.

Datos obtenidos del sólido de planeamiento según Modelo Corto Plazo.

| ST_Au | ST_Ag | ST_WI | ST_Solid_TM  | ST_Solid_Cu% | ST_Solid_Rec | ST_Solid_Cu% | ST_Solid_SG | ST_Solid_CuF | ST_Solid_Au | ST_Solid_Ag | ST_Solid_WI | Dispatch_(Sent)_TM | Dispatch_(Sent)_Cu% | Dispatch_(Sent)_Cu% |
|-------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 0.02  | 3.89  | 18.37 | 3,491,090.71 | 0.55         | 83.78        | 1,506,727.61 | 2.68        | 15,973.85    | 0.02        | 3.79        | 18.41       | 3,961,887.00       | 0.51                | 2,013,618.11        |
| 0.02  | 3.44  | 18.96 | 2,812,313.26 | 0.56         | 84.74        | 1,584,769.41 | 2.68        | 13,429.61    | 0.02        | 3.33        | 18.80       | 3,502,065.00       | 0.53                | 1,870,240.36        |
| 0.02  | 4.04  | 18.94 | 3,355,350.72 | 0.58         | 83.98        | 1,959,974.13 | 2.68        | 16,460.32    | 0.02        | 3.98        | 19.02       | 3,956,959.00       | 0.53                | 2,091,791.80        |
| 0.02  | 3.91  | 19.15 | 3,330,240.10 | 0.56         | 84.12        | 1,880,092.15 | 2.69        | 15,815.19    | 0.02        | 3.89        | 19.28       | 3,414,181.00       | 0.54                | 1,832,099.48        |
| 0.02  | 3.95  | 18.52 | 3,339,272.74 | 0.59         | 83.49        | 1,957,623.53 | 2.69        | 16,344.65    | 0.02        | 3.93        | 18.58       | 3,607,940.00       | 0.54                | 1,952,492.48        |
| 0.02  | 3.93  | 18.42 | 3,201,721.30 | 0.57         | 84.24        | 1,830,025.13 | 2.69        | 15,416.95    | 0.02        | 3.93        | 18.46       | 3,058,259.00       | 0.55                | 1,692,933.89        |
| 0.02  | 3.37  | 18.72 | 3,325,175.68 | 0.55         | 84.33        | 1,819,961.10 | 2.68        | 15,347.76    | 0.02        | 3.36        | 18.72       | 3,441,375.00       | 0.50                | 1,721,410.55        |
| 0.02  | 2.96  | 18.44 | 3,636,153.95 | 0.46         | 84.63        | 1,684,122.03 | 2.68        | 14,252.77    | 0.02        | 2.99        | 18.38       | 4,113,645.00       | 0.49                | 2,014,629.58        |
| 0.02  | 0.27  | 18.29 | 2,931,874.30 | 0.56         | 84.70        | 1,630,147.18 | 2.68        | 13,806.70    | 0.02        | 0.27        | 18.25       | 3,066,327.00       | 0.56                | 1,707,503.59        |
| 0.02  | 3.91  | 18.68 | 4,018,125.36 | 0.54         | 83.54        | 2,188,924.61 | 2.69        | 18,286.15    | 0.02        | 3.88        | 18.69       | 3,964,716.00       | 0.50                | 1,968,158.66        |
| 0.02  | 4.17  | 19.01 | 4,027,360.59 | 0.50         | 83.04        | 1,994,097.44 | 2.69        | 16,558.47    | 0.02        | 4.17        | 19.00       | 4,483,417.00       | 0.45                | 2,029,111.91        |
| 0.02  | 4.07  | 19.15 | 4,977,259.52 | 0.50         | 83.38        | 2,475,406.75 | 2.68        | 20,639.20    | 0.02        | 4.05        | 19.14       | 4,948,449.00       | 0.46                | 2,251,762.55        |

o Plazo.

Datos obtenidos del sólido de planeamiento recortados según polígonos ore control empleando Modelo Corto Plazo

Enviado a Chancadora y Stock - Origen Mina (Se usa para comparar con el modelo de CP)

| Dispatch_(Delivered)_TM | Dispatch_(Delivered)_Cu% | Dispatch_(Delivered)_Cu% | Mill_TM      | Mill_Cu% | Mill_Rec | Mill_Cu%     | Mill_CuF  | Mill_Au | Mill_Ag | Mill_WI | F1_TM | F1_Cu% | F1_Rec | F1_Cu% | F1_SG |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|----------|----------|--------------|-----------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|-------|
| 2,617,515.00            | 0.62                     | 1,633,215.06             | 2,617,515.00 | 0.62     | 82.52    | 1,633,329.36 | 13,478.23 | 0.02    | 3.60    | 18.40   | 0.91  | 1.02   | 1.00   | 0.93   | 1.00  |
| 2,328,077.00            | 0.65                     | 1,501,864.64             | 2,328,077.00 | 0.65     | 81.38    | 1,501,609.67 | 12,220.10 | 0.02    | 3.41    | 18.46   | 0.98  | 1.00   | 1.00   | 0.98   | 1.00  |
| 2,653,383.00            | 0.62                     | 1,658,257.34             | 2,653,383.00 | 0.63     | 81.43    | 1,658,364.38 | 13,504.06 | 0.02    | 3.53    | 18.67   | 0.94  | 1.09   | 1.00   | 1.03   | 1.00  |
| 2,578,914.00            | 0.62                     | 1,593,352.89             | 2,578,914.00 | 0.62     | 80.70    | 1,593,768.85 | 12,861.71 | 0.02    | 3.49    | 19.17   | 0.90  | 1.13   | 1.00   | 1.02   | 1.00  |
| 2,667,516.00            | 0.62                     | 1,664,843.17             | 2,667,516.00 | 0.62     | 79.15    | 1,664,529.98 | 13,174.75 | 0.02    | 3.63    | 18.84   | 0.95  | 1.14   | 1.00   | 1.09   | 1.00  |
| 2,453,326.00            | 0.62                     | 1,516,347.51             | 2,453,326.00 | 0.62     | 82.06    | 1,516,155.47 | 12,441.57 | 0.02    | 3.58    | 19.01   | 0.93  | 1.07   | 1.01   | 1.00   | 1.00  |
| 2,404,163.00            | 0.62                     | 1,480,967.17             | 2,404,163.00 | 0.62     | 81.32    | 1,480,964.41 | 12,043.20 | 0.02    | 3.35    | 18.64   | 0.95  | 1.07   | 1.01   | 1.01   | 1.00  |
| 2,741,554.00            | 0.63                     | 1,718,933.01             | 2,741,554.00 | 0.63     | 80.37    | 1,718,954.36 | 13,815.24 | 0.02    | 3.33    | 17.97   | 0.93  | 1.12   | 1.01   | 1.05   | 1.00  |
| 2,535,946.00            | 0.62                     | 1,584,842.56             | 2,535,946.00 | 0.63     | 81.44    | 1,584,966.25 | 12,907.97 | 0.03    | 3.35    | 18.01   | 0.97  | 1.09   | 1.00   | 1.05   | 1.00  |
| 2,677,962.00            | 0.63                     | 1,695,161.87             | 2,677,962.00 | 0.63     | 81.53    | 1,695,149.95 | 13,820.56 | 0.02    | 3.55    | 18.56   | 0.95  | 1.10   | 1.00   | 1.04   | 1.00  |
| 2,453,764.00            | 0.63                     | 1,545,850.74             | 2,453,764.00 | 0.63     | 82.47    | 1,545,871.32 | 12,748.80 | 0.02    | 3.67    | 18.82   | 0.92  | 1.08   | 1.00   | 1.00   | 1.00  |
| 2,760,307.00            | 0.62                     | 1,708,452.88             | 2,760,307.00 | 0.62     | 84.12    | 1,708,630.03 | 14,373.00 | 0.11    | 3.54    | 18.57   | 0.87  | 1.09   | 1.00   | 0.95   | 1.00  |

Enviado a Chancadora - Origen Mina y Stock (Se usa para comparar con Planta antes se resta el Tonelaje que se encuentra en el StockPile)

Leyes de Planta, Fash Report y Daily Report fin de mes. Nota: Tomar en cuenta que existen variaciones inherentes en la ley por temas de material remanente en el StockPile.

| F2_TM | F2_Cu% | F2_Cu% | F3_TM | F3_Cu% | F3_Cu% | F4c_TM | F4c_Cu% | F4c_Rec | F4c_Cu% | F4c_CuF | F4c_Au | F4c_Ag | F4c_WI | F5c_TM | F5c_Cu% | F5c_Rec | F5c_CuF | F5c_Au | F5c_Ag | F5c_WI |      |
|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|------|
| 1.13  | 0.93   | 1.06   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.74   | 1.13    | 0.98    | 0.83    | 0.82    | 1.21   | 0.88   | 1.04   | 0.75   | 1.14    | 0.99    | 0.86    | 0.84   | 1.16   | 0.95   | 1.00 |
| 1.25  | 0.95   | 1.18   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.84   | 1.14    | 0.96    | 0.95    | 0.92    | 1.13   | 1.00   | 1.02   | 0.83   | 1.14    | 0.96    | 0.95    | 0.91   | 1.11   | 1.02   | 0.98 |
| 1.18  | 0.90   | 1.07   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.80   | 1.14    | 0.97    | 0.92    | 0.89    | 1.14   | 0.92   | 1.02   | 0.79   | 1.07    | 0.97    | 0.85    | 0.82   | 1.14   | 0.89   | 0.98 |
| 1.03  | 0.95   | 0.97   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.76   | 1.19    | 0.96    | 0.90    | 0.87    | 1.21   | 0.87   | 1.02   | 0.77   | 1.09    | 0.96    | 0.85    | 0.81   | 1.17   | 0.90   | 0.99 |
| 1.08  | 0.92   | 1.00   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.84   | 1.16    | 0.94    | 0.97    | 0.92    | 1.07   | 0.95   | 1.05   | 0.80   | 1.06    | 0.95    | 0.85    | 0.81   | 1.09   | 0.92   | 1.01 |
| 0.96  | 0.97   | 0.93   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.73   | 1.15    | 0.98    | 0.84    | 0.82    | 1.13   | 0.93   | 1.07   | 0.77   | 1.08    | 0.97    | 0.83    | 0.81   | 1.14   | 0.91   | 1.03 |
| 1.03  | 0.91   | 0.95   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.69   | 1.20    | 0.97    | 0.83    | 0.80    | 1.24   | 0.91   | 1.03   | 0.72   | 1.13    | 0.96    | 0.81    | 0.78   | 1.16   | 1.00   | 1.00 |
| 1.13  | 1.06   | 1.20   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.77   | 1.44    | 0.95    | 1.11    | 1.06    | 1.19   | 1.05   | 0.99   | 0.75   | 1.35    | 0.95    | 1.02    | 0.97   | 1.21   | 1.11   | 0.98 |
| 1.05  | 1.00   | 1.05   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.88   | 1.25    | 0.97    | 1.09    | 1.06    | 1.18   | 0.99   | 1.03   | 0.86   | 1.12    | 0.96    | 0.97    | 0.93   | 1.16   | 1.28   | 0.99 |
| 0.99  | 0.91   | 0.90   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.66   | 1.25    | 0.97    | 0.83    | 0.80    | 1.31   | 0.86   | 1.04   | 0.67   | 1.16    | 0.98    | 0.77    | 0.76   | 1.24   | 0.91   | 0.99 |
| 1.11  | 0.91   | 1.02   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.59   | 1.35    | 0.99    | 0.79    | 0.78    | 1.56   | 0.85   | 1.01   | 0.61   | 1.27    | 0.99    | 0.78    | 0.77   | 1.43   | 0.88   | 0.99 |
| 0.99  | 0.91   | 0.91   | 1.00  | 1.00   | 1.00   | 0.54   | 1.29    | 1.01    | 0.69    | 0.70    | 6.69   | 0.86   | 1.00   | 0.55   | 1.24    | 1.01    | 0.69    | 0.70   | 6.69   | 0.87   | 0.97 |

| F4p_Cu% | F5p_TM | F5p_Cu% | F5p_Cu% | F6_TM   | F6_Cu%  | F6_Rec  | F6_Cu%  | F6_SG   | F6_CuF  | F6_Au   | F6_Ag   | F6_WI   | F1_Solid_TM | F1_Solid_Cu% | F1_Solid_Rec | F1_Solid_CuF | F1_Solid_SG | F1_Solid_CuF | F1_Solid_Au | F1_Solid_Ag | F1_Solid_WI |
|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.98    | 1.13   | 0.93    | 1.06    | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 0.98        | 0.99         | 1.00         | 0.97         | 1.00        | 0.97         | 1.04        | 0.93        | 1.04        |
| 1.16    | 1.25   | 0.95    | 1.18    | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0!     | #DIV/0!      | #DIV/0!      | #DIV/0!      | #DIV/0!     | #DIV/0!      | #DIV/0!     | #DIV/0!     | #DIV/0!     |
| 1.10    | 1.18   | 0.91    | 1.07    | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0!     | #DIV/0!      | #DIV/0!      | #DIV/0!      | #DIV/0!     | #DIV/0!      | #DIV/0!     | #DIV/0!     | #DIV/0!     |
| 0.99    | 1.03   | 0.95    | 0.97    | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | 1.34    | #DIV/0!     | #DIV/0!      | #DIV/0!      | #DIV/0!      | #DIV/0!     | #DIV/0!      | #DIV/0!     | #DIV/0!     | #DIV/0!     |
| 1.08    | 1.08   | 0.92    | 1.00    | 1.30    | 0.69    | 0.98    | 0.90    | 1.03    | 0.88    | 0.11    | 1.94    | 1.34    | 1.33        | 0.71         | 1.00         | 0.94         | 1.03        | 0.95         | 0.11        | 1.87        | 1.38        |
| 0.92    | 0.96   | 0.97    | 0.92    | 1.24    | 0.62    | 1.01    | 0.77    | 1.03    | 0.78    | 0.11    | 1.67    | 1.35    | 1.36        | 0.62         | 1.02         | 0.85         | 1.04        | 0.86         | 0.10        | 1.60        | 1.41        |
| 0.96    | 1.03   | 0.91    | 0.95    | 1.38    | 0.57    | 1.00    | 0.79    | 1.03    | 0.79    | 0.14    | 1.47    | 1.31    | 1.49        | 0.61         | 1.10         | 0.90         | 1.03        | 1.00         | 0.13        | 1.48        | 1.47        |
| 1.25    | 1.13   | 1.06    | 1.20    | 1.32    | 0.63    | 1.04    | 0.83    | 1.02    | 0.86    | 0.18    | 1.64    | 1.25    | 1.54        | 0.66         | 1.12         | 1.02         | 1.02        | 1.15         | 0.17        | 1.57        | 1.38        |
| 1.10    | 1.05   | 1.00    | 1.05    | 0.80    | 0.94    | 1.03    | 0.75    | 1.03    | 0.77    | 0.37    | 0.22    | 1.19    | 0.84        | 0.99         | 1.08         | 0.83         | 1.03        | 0.90         | 0.38        | 0.22        | 1.27        |
| 0.94    | 0.99   | 0.91    | 0.90    | 1.27    | 0.84    | 0.97    | 1.06    | 1.03    | 1.03    | 0.17    | 2.86    | 1.14    | 1.29        | 0.86         | 0.98         | 1.10         | 1.03        | 1.09         | 0.17        | 2.81        | 1.16        |
| 1.01    | 1.11   | 0.91    | 1.02    | 1.48    | 0.69    | 0.95    | 1.02    | 1.03    | 0.97    | 0.13    | 2.77    | 1.15    | 1.82        | 0.74         | 0.96         | 1.35         | 1.03        | 1.30         | 0.14        | 2.89        | 1.16        |
| 0.86    | 0.99   | 0.92    | 0.91    | 1.77    | 0.71    | 0.96    | 1.26    | 1.03    | 1.20    | 0.15    | 3.17    | 1.16    | 1.69        | 0.74         | 0.98         | 1.25         | 1.03        | 1.22         | 0.15        | 3.15        | 1.18        |

| Sum of LT_Solid_SG | Sum of LT_Solid_CuF | Sum of LT_Solid_Au | Sum of LT_Solid_Ag | Sum of LT_Solid_WI | Sum of MT_TM  | Sum of MT_Cu% | Sum of MT_Rec | Sum of MT_CuT | Sum of MT_SG | Sum of MT_CuF | Sum of MT_Au | Sum of MT_Ag |
|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| 2.68               | 16,513.74           | 0.02               | 4.07               | 17.61              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00         | 0.00          | 0.00         | 0.00         |
| 2.67               | 13,345.20           | 0.02               | 3.40               | 17.85              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00         | 0.00          | 0.00         | 0.00         |
| 2.68               | 15,176.07           | 0.02               | 3.83               | 18.09              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00         | 0.00          | 0.00         | 0.00         |
| 2.69               | 14,832.17           | 0.02               | 4.00               | 18.56              | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 0.00         | 0.00          | 0.00         | 0.00         |
| 2.68               | 14,347.91           | 0.02               | 3.81               | 17.75              | 2,668,332.34  | 0.83          | 85.21         | 2,212,821.49  | 2.60         | 18,854.89     | 0.14         | 2.04         |
| 2.68               | 15,172.68           | 0.02               | 3.86               | 17.92              | 2,627,128.04  | 0.91          | 83.70         | 2,398,084.60  | 2.60         | 20,071.63     | 0.16         | 2.35         |
| 2.68               | 15,025.43           | 0.02               | 3.68               | 18.15              | 2,415,365.42  | 0.95          | 84.25         | 2,304,694.79  | 2.61         | 19,417.79     | 0.14         | 2.29         |
| 2.67               | 13,020.76           | 0.02               | 3.17               | 17.89              | 2,883,728.62  | 0.72          | 81.32         | 2,074,881.34  | 2.62         | 16,872.00     | 0.09         | 1.80         |
| 2.67               | 12,212.34           | 0.02               | 3.37               | 17.50              | 3,770,810.84  | 0.58          | 82.59         | 2,181,545.93  | 2.60         | 18,017.66     | 0.06         | 1.22         |
| 2.69               | 17,184.30           | 0.02               | 4.13               | 17.86              | 3,229,311.41  | 0.64          | 86.23         | 2,077,461.95  | 2.60         | 17,914.00     | 0.10         | 1.37         |
| 2.69               | 16,314.63           | 0.01               | 4.29               | 18.59              | 2,776,635.34  | 0.71          | 87.51         | 1,971,859.50  | 2.61         | 17,255.79     | 0.12         | 1.50         |
| 2.68               | 20,638.47           | 0.02               | 4.12               | 18.40              | 2,954,607.35  | 0.68          | 86.85         | 2,011,546.48  | 2.60         | 17,469.89     | 0.11         | 1.29         |
| 2.68               | 183,762.46          | 0.02               | 3.85               | 18.05              | 23,325,919.35 | 0.74          | 84.66         | 17,232,896.07 | 2.61         | 145,890.50    | 0.11         | 1.69         |

| Sum of MT_Solid_TM | Sum of MT_Solid_Cu% | Sum of MT_Solid_Rec | Sum of MT_Solid_CuT | Sum of MT_Solid_SG | Sum of MT_Solid_CuF | Sum of MT_Solid_Au | Sum of MT_Solid_Ag | Sum of MT_Solid_WI | Sum of MT_TM  | Sum of MT_Cu% |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|---------------|
| 0.00               | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00               | 0.00                | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00          | 0.51          |
| 0.00               | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00               | 0.00                | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00          | 0.54          |
| 0.00               | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00               | 0.00                | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00          | 0.55          |
| 0.00               | 0.00                | 0.00                | 0.00                | 0.00               | 0.00                | 0.00               | 0.00               | 0.00               | 0.00          | 0.55          |
| 2,517,536.82       | 0.82                | 83.20               | 2,074,373.64        | 2.60               | 17,259.70           | 0.15               | 2.10               | 13.46              | 3,474,530.91  | 0.57          |
| 2,358,134.09       | 0.92                | 82.63               | 2,164,231.54        | 2.59               | 17,883.03           | 0.17               | 2.45               | 13.10              | 3,269,231.30  | 0.57          |
| 2,229,585.28       | 0.90                | 76.45               | 2,015,077.14        | 2.61               | 15,404.61           | 0.14               | 2.27               | 12.72              | 3,339,591.65  | 0.55          |
| 2,359,700.21       | 0.70                | 75.27               | 1,650,338.66        | 2.62               | 12,421.98           | 0.10               | 1.90               | 13.32              | 3,812,937.12  | 0.45          |
| 3,502,043.31       | 0.56                | 78.10               | 1,960,334.59        | 2.60               | 15,310.76           | 0.06               | 1.22               | 14.38              | 3,006,747.02  | 0.55          |
| 3,119,523.76       | 0.64                | 84.86               | 1,981,768.55        | 2.60               | 16,816.65           | 0.10               | 1.38               | 16.09              | 4,105,934.07  | 0.54          |
| 2,218,881.89       | 0.67                | 86.19               | 1,479,557.44        | 2.61               | 12,752.82           | 0.11               | 1.44               | 16.36              | 4,097,228.20  | 0.49          |
| 2,950,885.58       | 0.67                | 85.43               | 1,981,834.46        | 2.60               | 16,931.69           | 0.11               | 1.28               | 16.24              | 5,234,047.04  | 0.48          |
| 21,256,290.94      | 0.72                | 81.57               | 15,307,516.02       | 2.60               | 124,870.39          | 0.11               | 1.70               | 14.55              | 44,631,223.13 | 0.53          |

| Sum of ST_Au | Sum of ST_Ag | Sum of ST_WI | Sum of ST_Solid_TM | Sum of ST_Solid_Cu% | Sum of ST_Solid_Rec | Sum of ST_Solid_CuT | Sum of ST_Solid_SG | Sum of ST_Solid_CuF | Sum of ST_Solid_Au | Sum of ST_Solid_Ag | Sum of ST_Solid_WI |
|--------------|--------------|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0.02         | 3.89         | 18.37        | 3,491,090.71       | 0.55                | 83.78               | 1,906,727.61        | 2.68               | 15,973.86           | 0.02               | 3.79               | 18.41              |
| 0.02         | 3.44         | 18.96        | 2,812,313.26       | 0.56                | 84.74               | 1,584,769.41        | 2.68               | 13,429.61           | 0.02               | 3.33               | 18.80              |
| 0.02         | 4.04         | 18.94        | 3,355,350.72       | 0.58                | 83.98               | 1,959,974.13        | 2.68               | 16,460.32           | 0.02               | 3.98               | 19.02              |
| 0.02         | 3.91         | 19.15        | 3,330,240.10       | 0.56                | 84.12               | 1,880,092.15        | 2.69               | 15,815.19           | 0.02               | 3.89               | 19.28              |
| 0.02         | 3.95         | 18.52        | 3,339,272.74       | 0.59                | 83.49               | 1,957,623.53        | 2.69               | 16,344.65           | 0.02               | 3.93               | 18.58              |
| 0.02         | 3.93         | 18.42        | 3,201,721.30       | 0.57                | 84.24               | 1,830,025.13        | 2.69               | 15,416.95           | 0.02               | 3.93               | 18.46              |
| 0.02         | 3.37         | 18.72        | 3,325,175.68       | 0.55                | 84.33               | 1,819,961.10        | 2.68               | 15,347.76           | 0.02               | 3.36               | 18.72              |
| 0.02         | 2.96         | 18.44        | 3,636,153.95       | 0.46                | 84.63               | 1,684,122.03        | 2.68               | 14,252.77           | 0.02               | 2.99               | 18.38              |
| 0.02         | 0.27         | 18.29        | 2,931,874.30       | 0.56                | 84.70               | 1,630,147.18        | 2.68               | 13,806.70           | 0.02               | 0.27               | 18.25              |
| 0.02         | 3.91         | 18.68        | 4,018,125.36       | 0.54                | 83.54               | 2,188,924.61        | 2.69               | 18,286.15           | 0.02               | 3.88               | 18.69              |
| 0.02         | 4.17         | 19.01        | 4,027,360.59       | 0.50                | 83.04               | 1,994,097.44        | 2.69               | 16,558.47           | 0.02               | 4.17               | 19.00              |
| 0.02         | 4.07         | 19.15        | 4,977,259.52       | 0.50                | 83.38               | 2,475,406.75        | 2.68               | 20,639.20           | 0.02               | 4.05               | 19.14              |
| 0.02         | 3.57         | 18.74        | 42,445,938.24      | 0.54                | 83.94               | 22,911,871.07       | 2.68               | 192,315.71          | 0.02               | 3.53               | 18.75              |

| Sum of Dispatch_(Sent)_TM | Sum of Dispatch_(Sent)_Cu% | Sum of Dispatch_(Sent)_CuT | Sum of Dispatch_(Delivered)_TM | Sum of Dispatch_(Delivered)_Cu% | Sum of Dispatch_(Delivered)_CuT | Sum of Mill_TM | Sum of Mill_Cu% |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
| 3,961,887.00              | 0.51                       | 2,013,618.11               | 2,617,515.00                   | 0.62                            | 1,633,215.06                    | 2,617,515.00   | 0.62            |
| 3,502,065.00              | 0.53                       | 1,870,240.36               | 2,328,077.00                   | 0.65                            | 1,501,864.64                    | 2,328,077.00   | 0.65            |
| 3,956,959.00              | 0.53                       | 2,091,791.80               | 2,653,383.00                   | 0.62                            | 1,658,257.34                    | 2,653,383.00   | 0.63            |
| 3,414,181.00              | 0.54                       | 1,832,099.48               | 2,578,914.00                   | 0.62                            | 1,593,352.89                    | 2,578,914.00   | 0.62            |
| 3,607,940.00              | 0.54                       | 1,952,492.48               | 2,667,516.00                   | 0.62                            | 1,664,843.17                    | 2,667,516.00   | 0.62            |
| 3,058,259.00              | 0.55                       | 1,692,933.89               | 2,453,326.00                   | 0.62                            | 1,516,347.51                    | 2,453,326.00   | 0.62            |
| 3,441,375.00              | 0.50                       | 1,721,410.55               | 2,404,163.00                   | 0.62                            | 1,480,967.17                    | 2,404,163.00   | 0.62            |
| 4,113,645.00              | 0.49                       | 2,014,629.58               | 2,741,554.00                   | 0.63                            | 1,718,933.01                    | 2,741,554.00   | 0.63            |
| 3,066,327.00              | 0.56                       | 1,707,503.59               | 2,535,946.00                   | 0.62                            | 1,584,842.56                    | 2,535,946.00   | 0.63            |
| 3,964,716.00              | 0.50                       | 1,968,158.66               | 2,677,962.00                   | 0.63                            | 1,695,161.87                    | 2,677,962.00   | 0.63            |
| 4,483,417.00              | 0.45                       | 2,029,111.91               | 2,453,764.00                   | 0.63                            | 1,545,850.74                    | 2,453,764.00   | 0.63            |
| 4,948,449.00              | 0.46                       | 2,251,762.55               | 2,760,307.00                   | 0.62                            | 1,708,452.88                    | 2,760,307.00   | 0.62            |
| 45,519,220.00             | 0.51                       | 23,145,752.96              | 30,872,427.00                  | 0.63                            | 19,302,088.84                   | 30,872,427.00  | 0.63            |

| Sum of Mill_Rec | Sum of Mill_CuT | Sum of Mill_CuF | Sum of Mill_Ag | Sum of Mill_WI | Sum of F1_TM | Sum of F1_Cu% | Sum of F1_Rec | Sum of F1_CuT | Sum of F1_SG | Sum of F1_CuF | Sum of F1_Au | Sum of F1_Ag | Sum of F1_WI |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| 82.52           | 1,633,329.36    | 13,478.23       | 0.02           | 3.60           | 18.40        | 0.91          | 1.02          | 1.00          | 0.93         | 1.00          | 0.92         | 1.09         | 0.93         |
| 81.38           | 1,501,609.67    | 12,220.10       | 0.02           | 3.41           | 18.46        | 0.98          | 1.00          | 1.00          | 0.98         | 1.00          | 0.98         | 1.04         | 0.95         |
| 81.43           | 1,658,364.38    | 13,504.06       | 0.02           | 3.53           | 18.67        | 0.94          | 1.09          | 1.00          | 1.03         | 1.00          | 1.03         | 1.05         | 1.03         |
| 80.70           | 1,593,768.85    | 12,861.71       | 0.02           | 3.49           | 19.17        | 0.90          | 1.13          | 1.00          | 1.02         | 1.00          | 1.02         | 1.11         | 0.94         |
| 79.15           | 1,664,529.98    | 13,174.75       | 0.02           | 3.63           | 18.84        | 0.95          | 1.14          | 1.00          | 1.09         | 1.00          | 1.08         | 1.03         | 1.01         |
| 82.06           | 1,516,155.47    | 12,441.57       | 0.02           | 3.58           | 19.01        | 0.93          | 1.07          | 1.01          | 1.00         | 1.00          | 1.00         | 1.01         | 1.00         |
| 81.32           | 1,480,964.41    | 12,043.20       | 0.02           | 3.35           | 18.64        | 0.95          | 1.07          | 1.01          | 1.01         | 1.00          | 1.02         | 1.07         | 0.91         |
| 80.37           | 1,718,954.36    | 13,815.24       | 0.02           | 3.33           | 17.97        | 0.93          | 1.12          | 1.01          | 1.05         | 1.00          | 1.05         | 1.01         | 0.96         |
| 81.44           | 1,584,966.25    | 12,907.97       | 0.02           | 3.35           | 18.01        | 0.97          | 1.09          | 1.00          | 1.05         | 1.00          | 1.06         | 1.00         | 0.08         |
| 81.53           | 1,695,149.95    | 13,820.56       | 0.02           | 3.55           | 18.56        | 0.95          | 1.10          | 1.00          | 1.04         | 1.00          | 1.04         | 1.08         | 0.93         |
| 82.47           | 1,545,871.32    | 12,748.80       | 0.02           | 3.67           | 18.82        | 0.92          | 1.08          | 1.00          | 1.00         | 1.00          | 0.99         | 1.12         | 0.97         |
| 84.12           | 1,708,630.03    | 14,373.00       | 0.11           | 3.54           | 18.57        | 0.87          | 1.09          | 1.00          | 0.95         | 1.00          | 0.95         | 1.07         | 0.95         |
| 81.54           | 19,302,294.02   | 157,392.25      | 0.03           | 3.50           | 18.59        | 0.93          | 1.08          | 1.00          | 1.01         | 1.00          | 1.01         | 1.06         | 0.91         |

| Sum of F3_TM | Sum of F3_Cu% | Sum of F3_CuT | Sum of F4c_TM | Sum of F4c_Cu% | Sum of F4c_Rec | Sum of F4c_CuT | Sum of F4c_CuF | Sum of F4c_Au | Sum of F4c_Ag | Sum of F4c_WI | Sum of F5c_TM | Sum of F5c_Cu% | Sum of F5c_Rec |
|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.74          | 1.13           | 0.98           | 0.83           | 0.82           | 1.21          | 0.88          | 1.04          | 0.75          | 1.14           | 0.99           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.84          | 1.14           | 0.96           | 0.95           | 0.92           | 1.13          | 1.00          | 1.02          | 0.83          | 1.14           | 0.96           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.80          | 1.14           | 0.97           | 0.92           | 0.89           | 1.14          | 0.92          | 1.02          | 0.79          | 1.07           | 0.97           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.76          | 1.19           | 0.96           | 0.90           | 0.87           | 1.21          | 0.87          | 1.02          | 0.77          | 1.09           | 0.96           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.84          | 1.16           | 0.94           | 0.97           | 0.92           | 1.07          | 0.95          | 1.05          | 0.80          | 1.06           | 0.95           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.73          | 1.15           | 0.98           | 0.84           | 0.82           | 1.13          | 0.93          | 1.07          | 0.77          | 1.08           | 0.97           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.69          | 1.20           | 0.97           | 0.83           | 0.80           | 1.24          | 0.91          | 1.03          | 0.72          | 1.13           | 0.96           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.77          | 1.44           | 0.95           | 1.11           | 1.06           | 1.19          | 1.05          | 0.99          | 0.75          | 1.35           | 0.95           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.88          | 1.25           | 0.97           | 1.09           | 1.06           | 1.18          | 0.99          | 1.03          | 0.86          | 1.12           | 0.96           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.66          | 1.25           | 0.97           | 0.83           | 0.80           | 1.31          | 0.86          | 1.04          | 0.67          | 1.16           | 0.98           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.59          | 1.35           | 0.99           | 0.79           | 0.78           | 1.56          | 0.85          | 1.01          | 0.61          | 1.27           | 0.99           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.54          | 1.29           | 1.01           | 0.69           | 0.70           | 6.69          | 0.86          | 1.00          | 0.55          | 1.24           | 1.01           |
| 1.00         | 1.00          | 1.00          | 0.72          | 1.22           | 0.97           | 0.88           | 0.86           | 1.67          | 0.91          | 1.03          | 0.73          | 1.16           | 0.97           |

| Sum of F5c_CuF | Sum of F5c_Au | Sum of F5c_Ag | Sum of F5c_WI | Sum of F4p_TM | Sum of F4p_Cu% | Sum of F4p_CuT | Sum of F5p_TM | Sum of F5p_Cu% | Sum of F5p_CuT | Sum of F6_TM | Sum of F6_Cu% | Sum of F6_Rec | Sum of F6_CuT | Sum of F6_SG |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| 0.84           | 1.16          | 0.95          | 1.00          | 1.04          | 0.95           | 0.98           | 1.13          | 0.93           | 1.06           | #DIV/0!      | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!      |
| 0.91           | 1.11          | 1.02          | 0.98          | 1.22          | 0.95           | 1.16           | 1.25          | 0.95           | 1.18           | #DIV/0!      | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!      |
| 0.82           | 1.14          | 0.89          | 0.98          | 1.11          | 0.99           | 1.10           | 1.18          | 0.91           | 1.07           | #DIV/0!      | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!      |
| 0.81           | 1.17          | 0.90          | 0.99          | 0.93          | 1.07           | 0.99           | 1.03          | 0.95           | 0.97           | #DIV/0!      | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!       | #DIV/0!      |
| 0.81           | 1.09          | 0.92          | 1.01          | 1.03          | 1.05           | 1.08           | 1.08          | 0.92           | 1.00           | 1.30         | 0.69          | 0.98          | 0.90          | 1.03         |