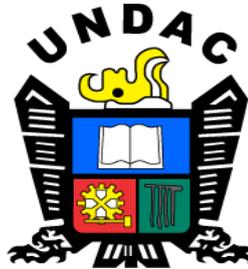


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
MINAS**



**TESIS**

**Optimización de las operaciones unitarias de carguío y  
acarreo en la mina de Tajo Norte de Sociedad Minera el  
Brocal, implementando el sistema de despacho Mine Sense**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero de Minas**

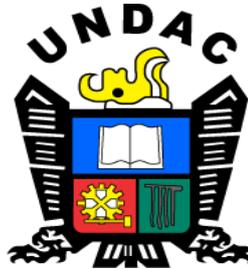
**Autor: Bach. Jhair Mario ATAPOMA DORREGARAY**

**Autor: Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA**

**Cerro de Pasco – Perú – 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
MINAS**



**TESIS**

**Optimización de las operaciones unitarias de carguío y  
acarreo en la mina de Tajo Norte de Sociedad Minera el  
Brocal, implementando el sistema de despacho Mine Sense**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Ing. Floro Pagel ZENTENO GOMEZ**

**PRESIDENTE**

---

**Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA**

**MIEMBRO**

---

**Ing. Rosas FLORES MEJORADA**

**MIEMBRO**

## DEDICATORIA

*A mis padres y hermano por el apoyo incondicional en los momentos más críticos de mi carrera profesional.*

*A todos mis amigos quienes hicieron posible para la culminación de este trabajo.*

## **RECONOCIMIENTO**

- A Dios por darme valor y voluntad para poder culminar mis estudios satisfactoriamente.
- A la Empresa AYOR S.A.C Y MINE SENSE por darme las facilidades para poder elaborar la presente tesis.
- A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para la culminación del presente Trabajo de Investigación.

## RESUMEN

El tema de investigación que en esta oportunidad tengo a bien de presentar, se trata sobre la propuesta intitulada **“OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES UNITARIAS DE CARGUÍO Y ACARREO EN LA MINA TAJO NORTE DE SOCIEDAD MINERA EL BROCAL IMPLEMENTANDO EL SISTEMA DE DESPACHO MINE SENSE”**, cuyo desarrollo es de seis capítulos que brevemente lo resumo a continuación.

El Capítulo I, desarrolla aspectos generales enfocando la problemática de la investigación considerando aspectos como: identificación y planteamiento del problema, delimitación de la investigación, formulación del problema, objetivos justificación, limitación de la investigación y lugar del desarrollo.

En el Capítulo II, sobre el marco teórico, considerando antecedentes del problema, bases teóricas, la hipótesis y sus variables.

El Capítulo III, describe la metodología y técnicas de investigación; comprendiendo el tipo y nivel de investigación, método de investigación, diseño, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el Capítulo IV, sobre los aspectos generales de la mina considerando su reseña histórica, ubicación y vías de acceso, geología local y minería.

El Capítulo V, abarca los aspectos de la geología y minería, considerando su yacimiento y mineralización; en cuanto a sus aspectos mineros abarca los parámetros de diseño de mina y diseño de botaderos.

Y, en el Capítulo VI, trata sobre la evaluación obtenida por la aplicación del sistema de despacho mine sense, evaluando los resultados constituida por

los equipos de carguío y acarreo del Tajo Norte de la Unidad Colquijirca, evaluando el incremento de productividad y la mejora en la supervisión de operaciones; finalmente los resultados obtenidos.

He arribado a las conclusiones y recomendaciones respectivas, con lo cual doy por finalizado el presente trabajo de tesis.

**Palabras clave:** Tiempo de espera por camiones, Control de equipos,  
Tiempo de espera para ser cargado.

## **ABSTRACT**

The research topic that I have in this opportunity to present, is about the proposal entitled “**OPTIMIZATION OF UNIT LOADING AND HAULING OPERATIONS IN THE MINE TAJO NORTH OF SODIEDAD MINERA EL BROCAL IMPLEMENTING THE MINE SENSE OFFICE SYSTEM**”, whose development is six chapters that I briefly summarize below.

Chapter I develops general aspects focusing on the research problem considering aspects such as: identification and approach of the problem, delimitation of research, formulation of the problem, objectives justification, limitation of research and place of development.

In Chapter II, on the theoretical framework, considering antecedents of the problem, theoretical bases, the hypothesis and its variables.

Chapter III describes the research methodology and techniques; comprising the type and level of research, research method, design, population and sample, data collection techniques and instruments.

In Chapter IV, on the general aspects of the mine considering its historical review, location and access roads, local geology and mining.

Chapter V covers the aspects of geology and mining, considering its deposit and mineralization; Regarding its mining aspects, it covers the parameters of mine design and dump design.

And, in Chapter VI, it deals with the evaluation obtained by the application of the mine sense dispatch system, evaluating the results constituted by the loading and hauling equipment of the North Tagus of the Colquijirca Unit, evaluating the increase in productivity and the improvement in operations

supervision; Finally the results obtained.

I have reached the respective conclusions and recommendations, which concludes this thesis work.

**Keywords:** Queue, Equipment control, Hang.

## INTRODUCCIÓN

Señores Miembros del Jurado Calificador:

Con el propósito de optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas y de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos Vigentes, pongo a vuestra consideración la Tesis intitulada: **“OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES UNITARIAS DE CARGUÍO Y ACARREO EN LA MINA TAJO NORTE DE SOCIEDAD MINERA EL BROCAL, IMPLEMENTANDO EL SISTEMA DE DESPACHO MINE SENSE”** cuya finalidad es dar a conocer el mejoramiento en los procesos de carguío y acarreo, a su vez describe y analiza los procesos empleados para lograr mejoras en nuestra operación minera.

Puesto que el costo de carguío y acarreo en un sistema pala – camión en Minería Superficial, es del 60 – 80 % del costo operativo, debido principalmente al consumo de combustible y llantas. Por tal razón, lo que se busca es maximizar la productividad de la flota de equipos y por otro lado minimizar los tiempos muertos e improductivos para que al final se pueda trasladar la mayor cantidad de material con el menor costo posible; es así, que en Sociedad Minera El Brocal se están ensayando mejoras en las operaciones, aplicando el Sistema de Despacho Mine Sense, el cual permita plantear escenarios alternativos con el objetivo de reducir las colas generadas en los frentes de trabajo, disminuir las pérdidas asociadas a estos tiempos de espera y aumentar el nivel de producción diario que conduzcan a la Operación más rentable y segura.

# ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	01
1.2. Delimitación de la investigación.....	02
1.2.1. Delimitación espacial.....	02
1.2.2. Delimitación temporal.....	02
1.2.3. Delimitación conceptual.....	02
1.3. Formulación del problema.....	03
1.3.1. Problema general.....	03
1.3.2. Problemas específicos.....	03
1.4. Formulación de objetivos.....	03
1.4.1. Objetivo general.....	03
1.4.2. Objetivos específicos.....	04
1.5. Justificación de la investigación.....	04
1.6. Limitaciones de la investigación.....	05

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	06
2.2. Bases teóricas - científicas.....	15
2.3. Definición de términos básicos .....	45
2.4. Formulación de hipótesis.....	47
2.4.1. Hipótesis general.....	47
2.4.2. Hipótesis específicas.....	47
2.5. Identificación de variables .....	48
2.5.1. Variables para la hipótesis general.....	48
2.5.2. Variables para las hipótesis específicas .....	48
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores .....	49

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.....	50
3.2. Métodos de investigación.....	50
3.3. Diseño de Investigación .....	50
3.4. Población y Muestra.....	51
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	51
3.5.1. Técnicas .....	51
3.5.2. Instrumentos.....	51
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	52
3.7. Tratamiento estadístico.....	52
3.8. Selección validación y confiabilidad de los instrumentos de	

investigación.....	53
3.9. Orientación ética .....	53

## CAPÍTULO IV

### GENERALIDADES DE LA MINA

4.1. Reseña Histórica .....	54
4.2. Ubicación y Vías de Acceso .....	58
4.3. Visión .....	59
4.4. Misión.....	59
4.5. Políticas .....	60

## CAPÍTULO V

### GEOLOGÍA Y MINERÍA

4.1. Geología .....	62
4.2. Yacimiento .....	64
4.3. Mineralización .....	65
4.4. Operaciones Mina .....	67
4.5. Parámetros de Diseño de Mina .....	69
4.5. Diseño de Botadero Condorcayán.....	72

## CAPÍTULO VI

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Descripción del trabajo de campo .....	74
6.2. Presentación, Análisis e interpretación de resultados Encuesta.....	76
6.2.1. Análisis de fiabilidad y correlación .....	84
6.2.2. Tablas de contingencia.....	100
6.2.3. Consolidado de resultados .....	103
6.2.4. Factor anova .....	106

6.2.5. Datos de campo .....	108
6.2.6. Análisis e interpretación de datos de campo.....	115
6.2.7. Análisis de fiabilidad y correlación .....	121
6.2.8. Consolidado de resultados .....	130
6.2.9. Factor anova .....	130
6.3. Prueba de hipótesis.....	131
6.4. Discusión de resultados .....	134

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS:

- Matriz de consistencia de la tesis
- Operacionalidad de Variables

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En estos tiempos toda empresa en producción busca el mejoramiento continuo de sus operaciones con el fin de optimizar sus procesos y la reducción de costos para garantizar la viabilidad y permanencia en el tiempo.

El carguío y acarreo constituyen los componentes más gravitantes en el costo de minado de nuestras operaciones mineras. En ese contexto, se requiere hacer una optimización de la flota de carguío y acarreo principalmente, con el fin de realizar una mejora en el proceso productivo.

Referente a las operaciones de la mina Tajo Norte de Sociedad Minera EL BROCAL – Unidad Colquijirca el sistema de control visual – manual de

carguío y acarreo, se basa en la experiencia y habilidad del supervisor de flota y cuadradores; siendo su principal desventaja, el consumo de tiempo y la ineficiente reubicación de camiones cuando se presenta una situación imprevista. Asimismo este tipo de control es impracticable en la operación por que emplea una gran cantidad de flota.

Como podemos apreciar estos factores se pueden controlar, mediante un sistema de control computarizado de despacho (Mine Sense), es por esto que es importante conocer y entender a que nos referimos con tecnología de control de procesos y cómo repercute directamente en la productividad efectiva de los equipos.

## **1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente trabajo de investigación se ha realizado en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. - Unidad Colquijirca.

### **1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

La presente tesis tendrá una duración de 6 meses; Enero 2018 – Julio 2018.

### **1.2.3 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL**

La presente tesis está enmarcada dentro del aspecto de las optimizaciones con fines de mejora. Dentro de los aspectos conceptuales que se desarrollan se considera los conceptos sobre: Sistema de control computarizado de despacho (pala-camión), evaluación, optimización.

## **1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cómo puede optimizarse las operaciones unitarias de carguío y acarreo, implementando el sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El brocal – Unidad Colquijirca?

### **PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

**A.** ¿Qué inconvenientes técnicos presenta el sistema de control manual – visual, empleado en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unida Colquijirca?

**B** ¿Cómo mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca?

## **1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Optimizar las operaciones unitarias de carguío y acarreo mediante el sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense), para lograr una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca.

#### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- A.** Identificar los inconvenientes técnicos que presenta el sistema de control manual – visual, empleado en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca.
- B.** Mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca Cerro de Pasco.

#### **1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACIÓN**

Hoy en día se conoce que el costo más alto en minería a tajo abierto es el costo de carguío y acarreo en un sistema de pala-camión en minería superficial, esto es debido a la dimensión y la cantidad de camiones que una mina puede tener en base a su productividad y producción mensual y anual.

Teniendo en cuenta los diversos criterios que involucra un trabajo de carguío y acarreo, como la elección de ruta más óptima, el consumo de llantas, repuestos, combustible y las demoras operativas.

Habiendo analizado todo estos aspectos vemos que hay necesidad de implementar un sistema de control computarizado de despacho, para optimizar y reducir los tiempos muertos de los camiones de acarreo en zona de carguío y descarga lo cual justifica y remarca la importancia de la presente tesis.

## **1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- Financiamiento para la elaboración del presente estudio.
- Apoyo de personal capacitado.
- Información de la data en cuanto a su operatividad de la investigación.
- Limitaciones en cuanto al apoyo de la empresa no se han encontrado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

- a) Huarocc Ccanto Pabel. (2014). Tesis: “Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño- U.M. Chuco II- Mining S.A.C.”. Año 2014. Facultad de Ingeniería de Minas. UNCP.**

El autor hace un estudio sobre la inversión que tienen las mineras extranjeras en el Perú, buscando tener un mayor panorama de las operaciones de minado, el establecimiento de un proyecto minero que es la primera parte para poder establecerse como empresa minera y disminuir los riesgos de inversión con la generación de un flujo de caja que manifieste las ganancias, es así como para la toma de decisiones y

la elaboración de un plan estratégico para el beneficio de la empresa minera, se toma en cuenta los análisis geológicos, costos operativos de minado (Opex), costos de capital (Capex), y un planeamiento de minado, para poder garantizar una buena rentabilidad. Las condiciones actuales de la empresa minera presentan una serie de dificultades en los diferentes procesos de explotación superficial por lo que se pretende focalizar la optimización del control de la productividad tomando en cuenta las operaciones básicas de carguío y transporte dentro del ciclo operativo donde estas operaciones que son necesarias para poder establecer un adecuado nivel productivo a bajo costo, por lo que la gestión de la unidad minera sea el más asequible tanto en la productividad de la mina como en la gestión de los diferentes insumos para la producción minera.

Sus conclusiones a las que arribó el autor son:

- La gestión de producción para el análisis de la rentabilidad de cada uno de los procesos que incluye el ciclo de minado, tiene que estar ligado a un sistema de control que nos facilite una planeación y optimización de los procesos del minado.
- La gestión de la producción mediante los indicadores de desempeño nos permite una reducción de costos en ,44\$/Tn en la operación unitaria de carguío de mineral y ,34\$/Tn en la operación de acarreo de mineral de mineral.
- La gestión de la producción mediante indicadores de desempeño nos permite mejorar la producción de mineral en la operación de carguío y

acarreo es por ello que su mejora se observa en la cantidad de toneladas que se mueven por día de producción de mineral.

- La implementación de los indicadores de producción en la unidad minera nos permite formar un benchmarking y con ello comparar nuestros indicadores de desempeño con otras empresas que tienen casi el mismo nivel de producción.

**b) Lagos, (2012). Presentó su Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil de Minas, titulada: Gestión Operativa del Sistema de Despacho – Estudio Técnico y Económico, a la Universidad Nacional de Chile, Santiago.**

Se concluyó que durante el ciclo operativo se observa como los tiempos asociados al estatus efectivo cambian a un estado de pérdidas operacionales y viceversa, produciendo diferencias en la distancia de los ciclos, tiempos de aculatamiento y de carga, lo que genera alteraciones en el sistema de despacho, tanto en la PL como PD. Esto ocurre por la precisión que tiene el operador al digitar en el Goic las diferentes acciones, pues el sistema Dispatch está diseñado para operar en base a condiciones óptimas del ciclo de acarreo, por lo que el sistema asume que cada operación que hace el operador en la consola está asociada a una maniobra, lo cual no siempre es cierto. Las llegadas de camiones a los puntos de carga y descarga son habitualmente en grupos y a intervalos de tiempo muy cortos, lo que tiene un impacto en los tiempos de espera. Esto se observa principalmente en las palas que cargan mineral (no más de un 40% del total de la flota de equipos de carguío) que tienen una alta asignación y

la distancia de ciclo asociado a estos puntos es particularmente más larga, lo que genera un aumento de la Pérdidas Operacionales. Es ideal una frecuencia controlada y constante en la llegada de camiones a destino a intervalos que permitan a su llegada, maniobrar sin tener camiones que lo antecedan.

**c) Vásquez, (2013). Presentó su Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil, titulada: Evaluación del Rendimiento de Diferentes Tipos de Rodaduras para la Optimización del Ciclo de Acarreo y Transporte del Material en Tunelería, a la Universidad San Carlos de Guatemala.**

Se concluyó que dentro de las operaciones unitarias el acarreo y transporte es la que abarca mayor cantidad de análisis, ya que se encuentran directamente ligadas entre sí a través de un alto costo de ejecución, por lo tanto, el dimensionamiento de la flota adecuada considera las dos operaciones unitarias como un conjunto, debiendo recurrir al análisis de distintas combinaciones de equipos. El trabajo respecto al ciclo de cargue y acarreo de material rocoso resultante de una voladura puede ser mejorado a través de la implementación de una carpeta de rodadura y procedimientos que garanticen el buen uso de la maquinaria y equipo. La ejecución de una carpeta de rodadura debe de ir ligada a una capacitación constante con el personal operativo para obtener una reducción de costos considerable, implementando nuevos conocimientos en el manejo de la maquinaria. El alto costo inicial y el paro de actividades son razones por las cuales no se ejecuta un

proyecto que garantice la producción continua, pero estadísticamente es posible optimizar costos de forma ascendente (mientras aumente el número de la flota de camiones y scooptram el ahorro sería mayor) solamente en lo referente a los neumáticos de la maquinaria.

**d) Rojas, (2012). Presentó su Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil Industrial, titulada: Análisis, Estudio y Determinación de los Requerimientos de Información para la Implementación de un Sistema de Control de Indicadores, a la Universidad del Bío-Bío. Chile.**

Se concluyó que el determinar los requerimientos de información de un Sistema de Información para la DECG contribuirá a mejorar el proceso de gestión divisional, así como también la entrega eficiente y con alta confiabilidad de la información requerida. Además, el Sistema permitirá centralizar en un solo lugar, el cual figurara frente a todos los estamentos como el lugar oficial donde se encuentran los indicadores de gestión divisional, todos los indicadores de gestión de las gerencias involucradas, lugar específico y valido cien por ciento para obtener estos, lo que facilitara su consulta para quien lo desee ya que la información contenida ha sido obtenida y validada por los procesos. El cambio del concepto de dato único significo establecer con certeza cuales son las variables claves y cuando están disponibles, ya que al inicio del proyecto se llamaba confiables a las variables donde estas se generaban, pero no siempre ahí estaba el dato valido, en algunos casos este es validado en otro lugar y con otro método. Con respecto a

los requerimientos de sistema, se puede señalar que existe la infraestructura informática para desarrollar y poner en funcionamiento el sistema planteado, ya que su nivel de complejidad en cuanto a programación no es elevado. El planteamiento de un sistema dinámico donde se puedan crear y modificar los indicadores agregando o quitando variables fue muy bien aceptado ya que la información contenida en estos es dinámica y por lo general cambia de periodo en periodo.

- e) **Gómez, (2017). Presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas, titulada: Disponibilidad de Equipos Auxiliares para Optimizar la Productividad en el Carguío y Acarreo de las Fases 01,03 y 07 del Tajo Constancia Empresa Especializada Stracon Gym S.A, presentada a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.**

Se realizó la metodología necesaria para lograr la disponibilidad de los equipos auxiliares optimizando las operaciones de carguío y acarreo en los tajos de mina Constancia en las condiciones de climas severos de 61 846 267 Toneladas/año a 70 279 849,00 toneladas por año. La productividad alcanzada durante la temporada crítica siempre fue menor a lo planeado; aunque superior en comparación a la temporada crítica del año anterior (2015) donde no se aplicó el monitoreo remoto MINE SENSE y además no existía la flota optima de acarreo. Con los equipos de carguío, palas hidráulicas, se tiene una producción de material para movimiento de tierras hacia el TMF la presa de relaves de

650 TM/h, un costo unitario de 0,305 US\$/TM (acarreo) y una eficiencia operativa potencial de 97.00 %. El costo unitario óptimo del carguío y acarreo bajó de 0,7666 US\$/TM (con 22 camiones) a 0,6746 US\$/TM (con un óptimo de 25 camiones). Al realizar las mejoras en el mantenimiento de vías se generó mayor seguridad al personal de Operaciones Mina mediante el estado óptimo de las vías en el proyecto. Se maximizó la utilización de los camiones mineros CAT 793F e Hitachi EH4000; los mismos que por los factores de velocidad, capacidad, etc. probaron mayor eficiencia.

- f) Quispe, (2017). Presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas, titulada: Optimización de Costos de Acarreo con Equipo Mecanizado en la Unidad Minera Tambomayo CIA. de Minas Buenaventura Arequipa, presentada a la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.**

Para la realización del presente trabajo de investigación, en su etapa inicial se ha analizado el costo del equipo, el ciclo de acarreo del equipo utilizado en las operaciones del Nivel 4590 Crucero 339 NW, y se ha determinado el rendimiento del equipo, antes de realizar la investigación y posterior a ella. Se ha logrado determinar los tiempos óptimos tales como: tiempo de limpieza de un frente, tiempo de ida (sin carga), tiempo de retorno (con carga), rendimiento del equipo LHD 3.2 yd3 (Scoop) en el crucero 339 NW del Nivel 4590. Los resultados alcanzados son: Tiempo de ida sin carga de 2.5 a 2.3 minutos, el tiempo de retorno con carga se ha optimizado de 3.5 a 2.7 minutos,

determinándose como resultado que el tiempo de limpieza de un frente de disparo se ha optimizado de 1.98 a 1.60 horas, para una distancia de 200 m, Se ha tomado esta distancia por recomendaciones de los fabricantes quienes en sus manuales indican que el desplazamiento óptimo de esta máquina es el señalado. Mayor a esta distancia el rendimiento de la maquina se reduce. Además, se ha optimizado la productividad del scoop 4.2yd<sup>3</sup> que aumento de 25.98m<sup>3</sup> /h a 30.44m<sup>3</sup> /h en lo referido al rendimiento del equipo, siendo esto de suma importancia, ya que, con la disponibilidad de la máquina, se realiza otros trabajos en acarreo y limpieza de más frentes de avance.

**g) Silvestre, (2015). Presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas titulada: Optimización de Flota de Camiones Aplicando Programación Dinámica - Mina Corihuarmi, presentada a la Universidad Nacional de Ingeniería – Lima.**

En la Mina Corihuarmi se reportaban los costos de carguío y acarreo en 0.72 \$/TM, por lo que se requiere hacer una optimización de la flota de volquetes para obtener una reducción de los costos de las operaciones mineras mencionadas anteriormente, con el fin de realizar una mejora en el proceso productivo. La hipótesis de la presente investigación se ha verificado en la Mina Corihuarmi – Minera IRL S.A en la reducción de los costos de Carguío y Acareo, enfocado en el mejoramiento de la eficiencia de producción. La metodología en la presente tesis se empleó datos de campo, indicadores de confiabilidad de los equipos, mediciones con instrumentos y cálculo de gabinete.

Haciendo uso de la Programación Dinámica Probabilística en el sistema de carguío y acarreo de la mina se logró determinar la asignación óptima de N° Volquetes a cada excavadora de la mina; es decir 7 Volquetes a la Excavadora N°1 y 6 Volquetes a la Excavadora N°2 obteniendo una reducción de costos a 0.57 \$/TM.

- h) Cáceres, (2012). Presentó su Tesis para obtener el título de Ingeniero de Minas, titulada: Aplicación de Alta Precisión con ControlSense en la Perforación de Mallas de Producción en CIA. Minera Yanacocha SRL, presentada a la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.**

La perforación en la mina Yanacocha se ha venido realizando de manera tradicional, para la ubicación del punto ha sido necesario realizar un levantamiento topográfico y la ubicación del hole con GPS diferencial, a la vez es necesario contratar mayor número de personal los mismos que son expuestos a inseguridades laborales. El software Control Sense que a su vez cuenta con un sistema de alta precisión de ubicación que sólo requiere descargar la malla de perforación y ubicarse en el punto exacto con un margen de error máximo en milímetros, además de ello este software controla la inclinación del taladro en tan sólo pocos minutos. Se aplicó el software Control Sense en la mina Yanacocha donde se obtuvo la data en tiempo real ligada a información geológica y geotécnica, a su vez se obtuvo control de tiempo y costos para realizar la comparación en torno a una perforación tradicional. La optimización en perforación se ve reflejado en tiempo y

costo, de acuerdo a los cuadros comparativos elaborados, el ahorro del tiempo es en un 70% y en costos no es mayor a 200 dólares.

## **2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS**

### **2.2.1 CARGUÍO Y ACARREO**

Según Gutiérrez, H. (2010) opina que dentro de las operaciones unitarias de mayor costo se encuentra el carguío y acarreo de material, debido a que es el proceso que cuenta con mayor cantidad de equipos mecanizados, con bajo rendimiento productivo por equipo y genera una operación unitaria de baja eficiencia. El objetivo del proceso es “Retirar el material fragmentado del frente y transportarlo adecuadamente a su lugar de destino”, lo cual se resume: (Marín, C. 2016)

- Preparación de la zona de trabajo.
- Posicionamiento de equipos de carguío y transporte.
- Carguío del material al equipo de transporte en el frente de trabajo (Carguío).
- Transporte del material al punto de descarga (Planta, acopio, botaderos, entre otros).
- Descarga del material.
- Retorno del equipo de transporte al punto de carguío de acuerdo a la necesidad.

Esta secuencia se cumple hasta que haya sido retirado el material requerido del frente. Como lo mencionamos anteriormente, este proceso productivo es el más influyente en los costos de operación (45% al 65% del costo mina), por lo que es de gran importancia garantizar un

ambiente de operación apto para lograr los mejores rendimientos de los equipos involucrados, tanto en la parte física (material, equipos, mantenimiento, disponibilidad, insumos, entre otros), como en la parte humana (operadores, y supervisores).

#### **A. PARÁMETROS DEL PROCESO DE CARGUÍO Y ACARREO**

Para Hissen, B. 2012) sugiere que en el proceso productivo de carguío y acarreo se tiene lo siguiente:

##### **a) Tiempo del carguío y acarreo.-**

Una vez que el material ha sido fragmentado y que se ha revisado el área verificando que la operación será segura sin tiros cortados, bolones, derrumbes, etc.), se procede a preparar la zona de carguío, para lo cual se requerirá (si es necesario) de equipos de apoyo como bulldozers, wheeldozeres, cargadores de servicio, camiones de riego, que dejen el sector apropiado para la operación unitaria de carguío. Cumplido con esto se posiciona el equipo de carguío con su correspondiente flota de equipos de transporte para iniciar la operación.

##### **b) Desarrollo del carguío y acarreo.-**

Fundamentalmente lo que se hace es extraer el material fragmentado desde el frente de operación por el equipo de carguío, para luego ser depositado en el equipo de transporte, lo cual se logra posicionando el equipo (cargador frontal o pala) frente al material a cargar, en un área donde tanto el equipo de carguío como los equipos de transportes puedan operar sin problemas. El equipo de carguío penetra el material volado con su balde, llenándolo y desplazándolo hacia el punto de descarga, donde el cucharón es vaciado sobre la tolva

del equipo de transporte. Esto se repite hasta que el equipo de transporte alcance su llenado operacional llenándolo con los pasas necesarios de acuerdo a su capacidad y sea reemplazado por otro equipo de transporte para continuar en forma cíclica hasta agotar el material de la frente de trabajo (López, C. 2013). Los equipos de transporte trasladarán el material a su destino indicado, ya sea a botaderos (estéril), acopios de mineral con baja ley, acopios de lixiviación, acopios de mineral de alta ley, y chancado, donde procederán a descargar el material y retornar a la operación (carguío, reserva o mantención). (Erazo, M. 2013)

### **c) Equipos utilizados en el carguío y acarreo.-**

La operación se realiza con equipos adecuados, según la descripción del proceso, es decir dependiendo de la continuidad del proceso y los equipos involucrados. Para el carguío se cuenta con variados equipos como Cargadores frontales, Palas hidráulicas de excavación frontal o excavadoras, Palas cable, Dragalinas, Rotopalas, entre otros, para el caso del transporte se cuenta con equipos como Camiones convencionales (carreteros), Camiones articulados, Camiones fuera de carretera, Ferrocarriles, Correas transportadoras, Mototraillas (auto cargadoras), entre otros. (Madrid, A. 2015). La flota seleccionada tendrá relación directa con las características de la mina, tanto físicas, geométricas y operacionales (rendimientos exigidos).

#### d) Ciclo de carguío.-

El ciclo de carguío de una excavadora consta de las siguientes 3 actividades:

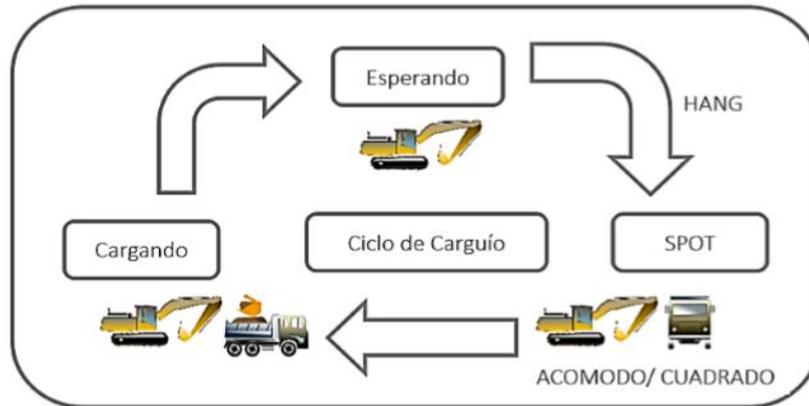


Figura 1: Actividades del ciclo de carguío de una excavadora (Mine Sense, 2017)

#### e) Ciclo de acarreo.-

El ciclo de acarreo de un volquete consta de las siguientes 10 actividades:

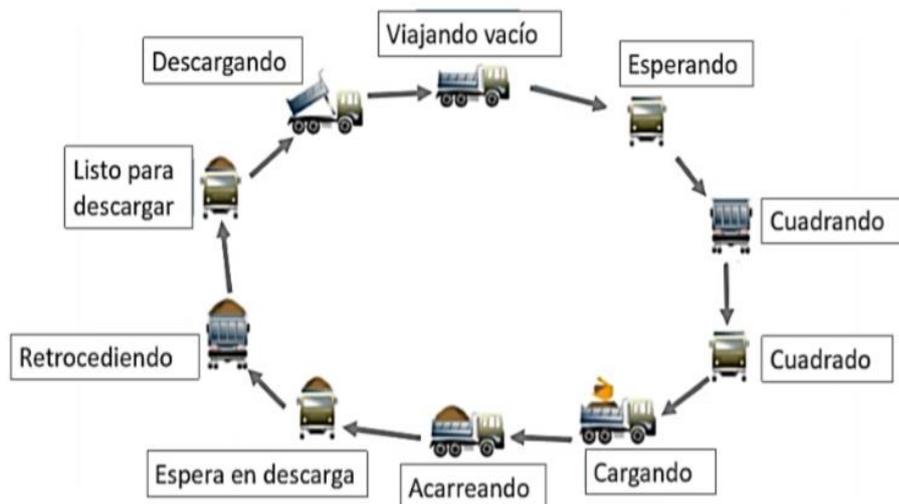


Figura 2: Actividades del ciclo de acarreo de un volquete (Mine Sense, 2017)

#### f) Costo de cargar y transportar.-

Para Tiktin, A. (2016) sugiere que en función de los rendimientos exigidos y alcanzados, las características de la explotación, los equipos,

la operación y el mercado, se pueden obtener costos de operación que fluctúan entre un 45 a un 65% del costo global de la operación de la mina, pudiendo ser mayores o menores dependiendo de las condiciones de operación en la faena. El carguío oscila entre un 10 y un 20% del costo y el transporte entre un 35 y un 45%. (Salas, A. 2012)

En cuanto a inversiones, también podemos apreciar que los montos involucrados respecto a las otras operaciones unitarias, son mucho mayores ya que un camión de 240 Ton cortas cuesta más de US\$ 2.000.000, un cargador frontal adecuado para este camión tiene un valor similar y una pala hidráulica para este tipo de camiones tiene un valor superior a los US\$ 5.000.000. Existen costos asociados a cada equipo y rendimiento horario calculado con menores capacidades, lo cual se verá reflejado en una inversión menor. Debemos notar que la capacidad de los equipos define directamente en el rendimiento de éstos. (Saldaña, A. 2013)

## 2.2.2 PROCESOS INVOLUCRADOS EN EL CARGUÍO Y ACARREO.



Figura 3: Esquema de procesos involucrados en el carguío y acarreo. (Barrientos, 2014)

### A. PERFORACIÓN

Según Gold, R. (2015) opina que en la perforación utilizan malla determinará en la operación unitaria de carguío y transporte, la

granulometría generada por la fragmentación del macizo rocoso y de las propiedades inherentes. Una buena malla de perforación, así como una buena perforación (tiros bien perforados según las especificaciones técnicas) garantizará primeramente la buena operación del equipo de carguío (factores de llenado adecuados, frecuencia de aparición de colpas menor, menor desgaste de los baldes, menor sometimiento a sobre esfuerzos de los equipos por choques o arranque de material, etc.), y garantizará una mejor operación del transporte (menor daño por impactos de colpas en la tolva, mejores factores de llenado, mejor descarga de materiales, entre otros.). (Barrientos, V. 2014)

La perforación requerirá que las zonas minadas por el carguío queden expeditas con taludes estables y plataformas adecuadas para el ciclaje de operaciones, es decir que sus accesos y superficies a perforar en el futuro cumplan con los mínimos requerimientos para que los equipos de perforación puedan realizar sus actividades. (Barrientos, V. 2014)

## **B. VOLADURA**

Según Ames, V. (2015) manifiesta que es importante el resultado de la voladura, ya que la granulometría también dependerá de los factores de carga aplicados (u obtenidos) en los distintos sectores a volar, podríamos pensar que mientras mayor sea el factor de carga, menor será la granulometría y más fácil se haría la operación de carguío, lo cual no es necesariamente cierto, ya que existe otro factor importante en el resultado de la voladura que es la proyección del material (fly rock),

la cual se incrementa con el factor de carga. Para cada tipo de equipo de carguío existe una proyección de material adecuada (para los cargadores la ola deberá ser de poca altura y de mayor extensión, para palas cable lo ideal es una ola alta y de poca extensión). El rendimiento de los equipos de carguío mejorará según la geometría de la ola de material a cargar, lo cual significará menores actividades de preparación de la zona de carguío y con ello iniciar la operación en un menor tiempo. (Barrientos, 2014) La voladura requerirá que el material volado anteriormente efectivamente haya sido retirado, para garantizar que el talud y plataforma sean adecuados (sin material que amortigüe la voladura y baje su efectividad, además de necesitar acceso para cargar los pozos. (Barrientos, V. 2014)

### **C. PARÁMETROS GEOMECÁNICOS**

Si por razones geomecánicas deberá variar el ángulo de talud, necesariamente variarán los perfiles de transporte en la operación, por ende, los costos. La posibilidad de construir bancos dobles o de mayor altura también influirá en la operación del carguío (equipos y costos), el ancho de caminos y accesos, pendientes y otros parámetros influirán en la operación y el rendimiento de los equipos. Algunos parámetros dependerán de la operación de carguío y acarreo, diseño de rampas, accesos, pendientes, etc. (Carbajal, J. 2015)

### **D. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL**

La geología del yacimiento influirá en lo que es selectividad del material en el carguío, es muy diferente operar en un yacimiento con

vetas de alta ley o con mayores exigencias de selectividad, que operar en un yacimiento masivo.

La dureza y abrasividad del material influirá en los costos por el desgaste de los aceros de los equipos. La densidad del material también hará variar los costos y la capacidad de los equipos. (Guerrero, J. 2017)

## **E. SERVICIOS MINA**

Fundamental resulta que los equipos de servicios mina actúen conforme a las necesidades de la operación, por ejemplo un camino bien mantenido sin mucho polvo en suspensión permitirá desarrollar mejores maniobras a los equipos de carguío y acarreo, por lo tanto mejorará su rendimiento, además de disminuir el desgaste de neumáticos de los camiones (baja el costo), la adecuada preparación de la zona de carguío permitirá una maniobrabilidad óptima de los equipos y garantizará la buena operación mecánica de ellos (menor probabilidad de daños en los equipos). (Mendieta, F. 2013)

## **F. SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

En estas operaciones por lo general se producen algunos problemas como el levantamiento de polvo en la carga, descarga y transporte de los materiales, lo cual puede significar una disminución de los rendimientos en los equipos al disminuir la visibilidad y con el consiguiente riesgo que implica no disponer de una buena visibilidad. (Nicholsh, H. 2017)

## **G. CHANCADO**

El cliente directo de la mina es el proceso del mineral, ya que el producto final debe pasar por otras etapas de producción, en este caso podemos mencionar al chancado como primer paso para el resto del proceso del tratamiento del mineral.

El chancado viene a ser una operación unitaria de la operación global de la empresa, principalmente por la granulometría con que llega el mineral, ya que una buena fragmentación evitará problemas de reducción de tamaño previamente al chancado.

La selectividad con que se realice la operación de carguío influirá con el blending adecuado en la ley con que llegue el mineral a planta y en el aprovechamiento de los recursos energéticos y de proceso.

Como proveedor el chancado entregará información a la operación mina acerca de las características del material que está recibiendo y de las necesidades reales de dicho material. (Barrientos, V. 2014)

## **H. BOTADEROS**

Fundamentalmente la operación y ubicación de botaderos necesita un tratamiento adecuado, la mina entregará el material a ser depositado en ellos y se encargará de su mantención (con equipos y personal), la tasa de crecimiento en volumen de dichos botaderos dependerá de la apropiada mantención, lo cual influirá en el transporte, ya que si agotamos nuestros botaderos cercanos antes de tiempo

inevitablemente introduciremos un incremento en el costo de transporte (la ubicación influirá en los costos de transporte) y generará una baja en el rendimiento de la flota de carguío y transporte. (Oyarsun, R. 2011)

### 2.2.3 PROCESO DE MINADO EN CERRO CORONA

El minado es un proceso sistematizado que consiste en fragmentar, extraer y transportar el material con contenido valioso de oro, cobre y desmonte del yacimiento mineralizado y de las zonas inertes y canteras de su ubicación natural en el interior de los cerros y transportarlo a las descargas del ROM PAD, botaderos y/o zona de construcción. (Guerrero, J. 2017)

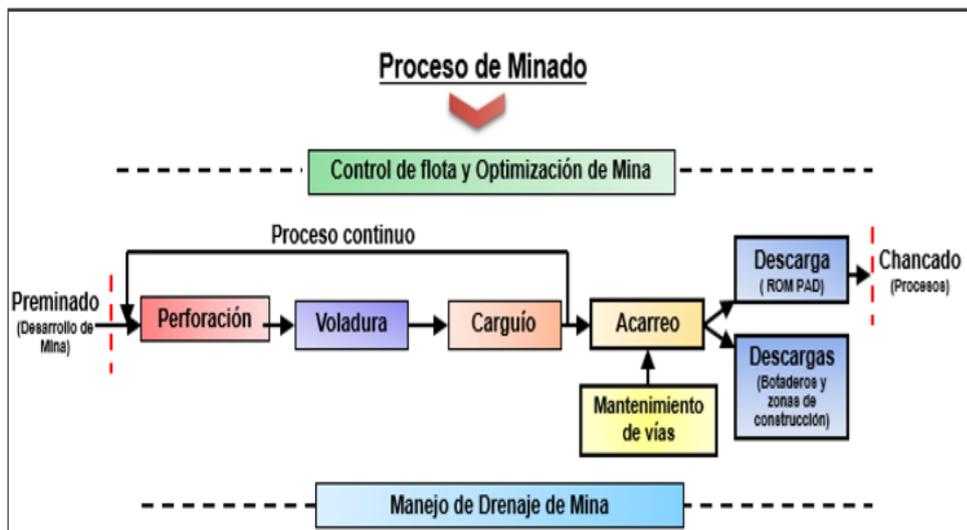


Figura 4: Diagrama del proceso de minado en Cerro Corona (Guerrero, 2017)

La explotación del tajo Cerro Corona se inicia con la identificación de los sectores de desmonte y/o mineral, para luego proceder a la perforación para la ejecución de voladuras. (Gold, R. 2017) En los equipos utilizados para la perforación se cuenta con 3 perforadoras con sistema rotativo, se utilizan brocas tricónicas con diámetros de 7 7/8, y 2 perforadoras con sistema roto-percutivo con martillo de fondo (Down the Hole – DTH), utilizando brocas con diámetros de 5 1/8 pulgadas. (Gold,

R. 2015)



Figura 5: Perforadora DM45 en Cerro Corona (Guerrero, 2017)



Figura 6: Perforadora ROC L8 en Cerro Corona (Guerrero, 2017)

En los equipos para el carguío de taladros se cuenta con 2 camiones fábrica de 12 toneladas, con compartimientos para emulsión, nitrato de amonio, petróleo y nitrito de sodio en solución. Los explosivos y accesorios de voladura se almacenan en el polvorín principal, en el que se tienen containers tiene una capacidad aproximada de 260 cajas de Exsaline, 2 silos de emulsión de 70 y 65 toneladas cada uno; así mismo la plataforma cerrada de NA de 300 toneladas de capacidad. (Gold, R. 2017)

Para cumplir con el plan de explotación, se necesita realizar un máximo de dos voladuras diarias en todas las operaciones de Cerro Corona, debido a la distancia que existe entre el tajo y las demás facilidades de operación que necesitan ser atendidas, y a las dimensiones reducidas de proyectos de voladura con carácter de preparación. Las voladuras se programan entre las 7:00 y las 17:00 horas, no realizando voladuras nocturnas para no interferir con otras actividades de la Unidad Minera, y para minimizar las perturbaciones sobre la comunidad y el ambiente. (Escamilla, M. 2011)

Por otro lado, Gold Fields ha incorporado el uso de detonadores electrónicos, que permiten eliminar la dispersión en los tiempos de retardo; de esa forma se garantiza que la secuencia de salida del disparo sea igual al tiempo programado. Estas aplicaciones permiten obtener una mejor fragmentación de la roca, material más homogéneo y generación de micro fracturas en la roca volada, lo cual mejora el rendimiento en las etapas de carga y transporte, disminución de mantenimiento de todos los equipos en general, menor necesidad de voladura secundaria o uso de equipo auxiliar de trituración (picotones). Desde el punto de vista de control de las vibraciones, el uso de los detonadores electrónicos representa también una optimización, debido a que estos detonadores tienen circuitos digitales que permiten programar el tiempo y almacenamiento de energía, lo cual permite seleccionar los tiempos de retardo que reduzcan la amplificación de vibraciones por superposición de ondas. (Mine –Sense. 2015)

Una vez que el material ha sido volado y que se ha revisado el área

verificando que la operación será segura, se procede a preparar la zona de carguío. Cumplido con esto se posiciona el equipo de carguío con su correspondiente flota de equipos de transporte para iniciar la operación. En el carguío y acarreo lo que se hace es extraer el material volado desde la frente de operación por el equipo de carguío, para luego ser depositado en la tolva del equipo de transporte, lo cual se logra posicionando el equipo frente al material cargado, en un área donde tanto el equipo de carguío como los equipos de transportes puedan operar sin problemas. El equipo de carguío penetra el material volado con su cucharón, llenándolo y desplazándolo hacia el punto de descarga, donde el cucharón es vaciado sobre la tolva del equipo de transporte. Esto se repite hasta que el equipo de transporte alcance su llenado operacional y sea reemplazado por otro equipo de transporte para continuar cíclicamente hasta agotar el material del frente de trabajo.

El mineral y/o desmonte fragmentados producto de las voladuras son transportados en volquetes y/o camiones con una capacidad de aproximadamente de 35 toneladas. (Gold Fields, 2017) El material extraído del tajo es transportado hacia los siguientes destinos: □ Mineral de Sulfuros: el destino es la plataforma del ROM PAD, desde el cual se alimenta el mineral hacia el proceso de chancado de la planta concentradora, además también se cuenta con un Stock de baja ley para el almacenamiento del mineral cuando se crea conveniente. (Gold Fields, 2017)

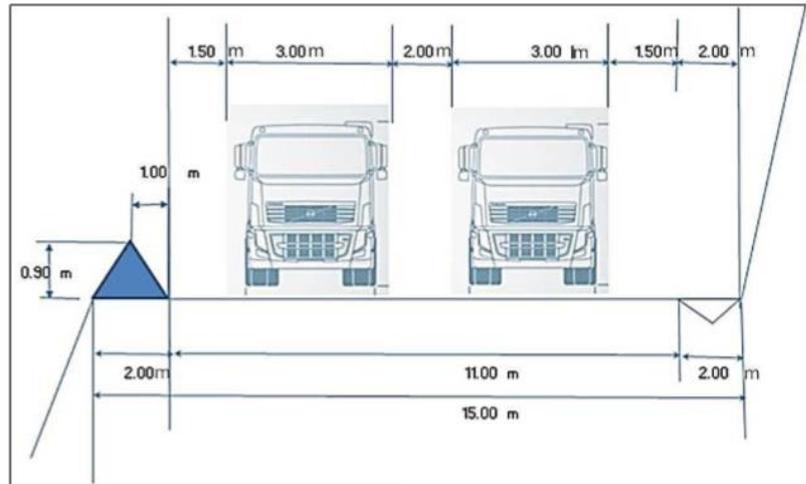


Figura 7: Características geométricas de las vías de acarreo del tajo Cerro Corona  
(Gold Fields, 2017)

## 2.2.4 SISTEMA DE CONTROL DE FLOTA: CONTROL SENSE

### A. HARDWARE Y SOFTWARE

Para Porter, M. (2016) Es una herramienta destinada a mejorar el control y la supervisión de los equipos de campo, utilizando el Sistema de Control de flotas de equipos de acarreo, de carguío y auxiliares, usados frecuentemente en la industria minera para el movimiento de tierras. En Cerro Corona se cuenta con dicho sistema desde finales del año 2016 y viene funcionando al 100% en todos los equipos que se tienen en la operación, contribuyendo con su control y optimización en tiempo real. (Mine Sense, 2017) Esta herramienta presenta las siguientes características: Se puede ejecutar "Control Sense" en ordenadores que usen plataformas Windows, Mac OS o Linux o ser ejecutado en cualquier sistema operativo. Su Arquitectura de diseño está implementada en Cliente-Servidor.

## **B. SISTEMA DE CONTROL DE FLOTA: CONTROL SENSE**

### **a) Hardware y Software.-**

Según Rojas, S. (2014) es una herramienta destinada a mejorar el control y la supervisión de los equipos de campo, utilizando el Sistema de Control de flotas de equipos de acarreo, de carguío y auxiliares, usados frecuentemente en la industria minera para el movimiento de tierras. En Cerro Corona se cuenta con dicho sistema desde finales del año 2016 y viene funcionando al 100% en todos los equipos que se tienen en la operación, contribuyendo con su control y optimización en tiempo real. (Mine Sense, 2017) Esta herramienta presenta las siguientes características:

- Se puede ejecutar “Control Sense” en ordenadores que usen plataformas Windows, Mac OS o Linux o ser ejecutado en cualquier sistema operativo.
- Su Arquitectura de diseño está implementada en Cliente-Servidor.
- Utiliza Tecnología WEB, que facilita acceso rápido a los parámetros operativos críticos.
- Está desarrollado en el Lenguaje de Programación JAVA.
- Utiliza el gestor de base de datos POSTGRESQL.
- Permite visualizar la trayectoria de los Equipos de campo.
- Permite visualizar la velocidad de los equipos de campo.
- Permite visualizar los estados de actividades, producción y productividad de los equipos (vehículos o maquinaria).

- Trabaja de manera integrada con servidores, e quipos móviles, un Centro de Control, una red de cableado (fibra óptica) e inalámbrica (Wireless). (Mine Sense, 2017)

#### **b) Estados de los equipos de campo en Control Sense**

Según Matamala, C. (2013) sugiere que, debemos señalar que los equipos pueden estar en diversos estados. Esto dependerá del desarrollo de las labores dentro del campo de operaciones. Para ello, en el Sistema Control Sense, se considera cinco (5) estados que se podrán visualizar a lo largo de las actividades que desarrollan los equipos en campo; los cuales se detallan a continuación:

- **Operativo (Ready):** El presente estado indica que el equipo se encuentra realizando alguna actividad asignada por el centro de control. En este estado pueden ocurrir todos los cambios de actividad de los equipos de acarreo y carguío. Asimismo, si fuera necesario un cambio de operador del equipo de carguío, obligatoriamente tendrán que realizarse en un estado diferente a READY. Como ya lo mencionamos anteriormente, “Ready” no se podrá visualizar en la zona de estados descrita, ya que los equipos que se encuentran en este estado generalmente se encuentran realizando una actividad propia del ciclo de trabajo. En conclusión, es el tiempo que el equipo se encuentra funcionando con regularidad. (Mine Sense, 2015)
- **Demora (Delay):** Este estado nos muestra que existe una dilación, retraso o demora operativa que puede ser ocasionado por diversas razones; es decir los equipos se encuentran con el motor en

funcionamiento, pero sin realizar una actividad, puesto que se trata de una demora habitual de la operación. (Mine Sense, 2017)

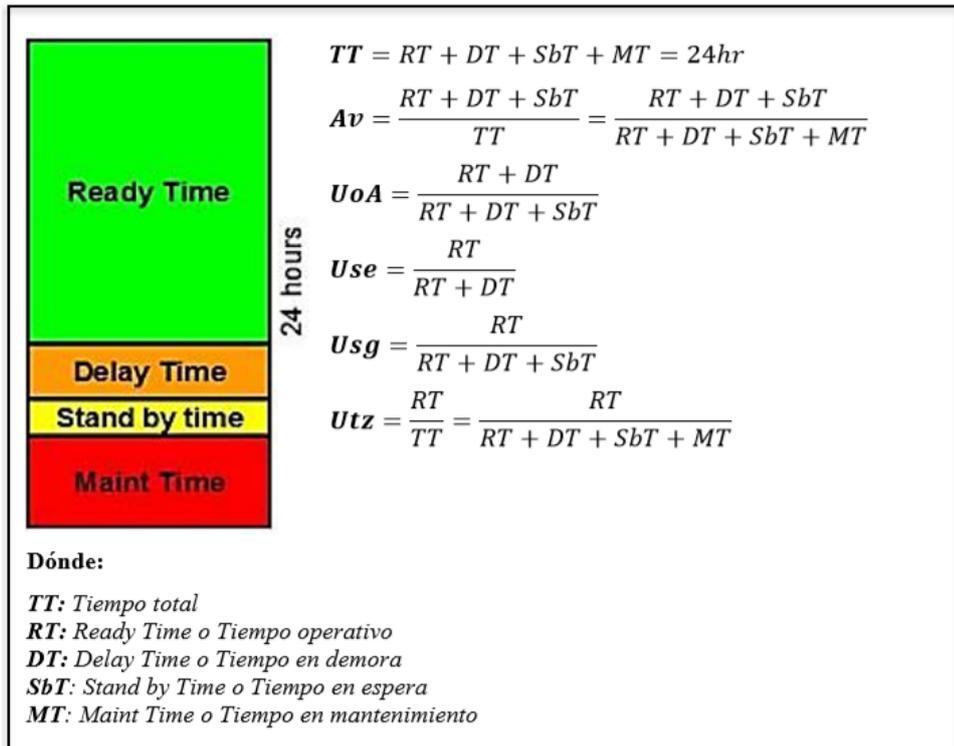
- **Standby:** En este estado sucede algo similar al estado “Delay”, ya que la demora es de carácter operativo. La diferencia radica en que el equipo se encuentra con el motor apagado, debido a una demora no relacionada directamente al ciclo regular de la operación. (Mine Sense, 2017)
- **Mantenimiento (Maint):** Nos muestra que el equipo se encuentra en mantenimiento, es decir que el equipo se encuentra en manos de los técnicos de mantenimiento o en el área de mantenimiento. (Mine Sense, 2015)
- **Fuera de Plan (Outofplan):** No se considera al equipo para la optimización y realización del trabajo operativo debido a diversas causas; por ejemplo, un camión nuevo por ensamblar y armar, o uno que está desarmado y que no podrá ser considerado dentro del plan operativo. Este estado nos muestra que un equipo sale de los cuatro estándares y por lo general no se encuentra considerado en el plan de operaciones. (Mine Sense, 2017)

Finalmente cabe precisar que estos estados son estados principales, ya que de ellos se desprenderán dos líneas más de estados denominados sub-estados; es decir, en la primera línea se encuentran los “Estados Principales”, en la segunda línea tendremos los subestados denominados “Estados Secundarios”, y en la tercera línea estarán los “Estados Detalles”. Estas dos líneas de Sub-estados, serán determinados a criterio del Administrador y de acuerdo a la incidencia o

actividad que se desarrolla en el campo de operaciones. Estos sub-estados varían de acuerdo a la flota y equipo determinado. (Mine Sense, 2015)

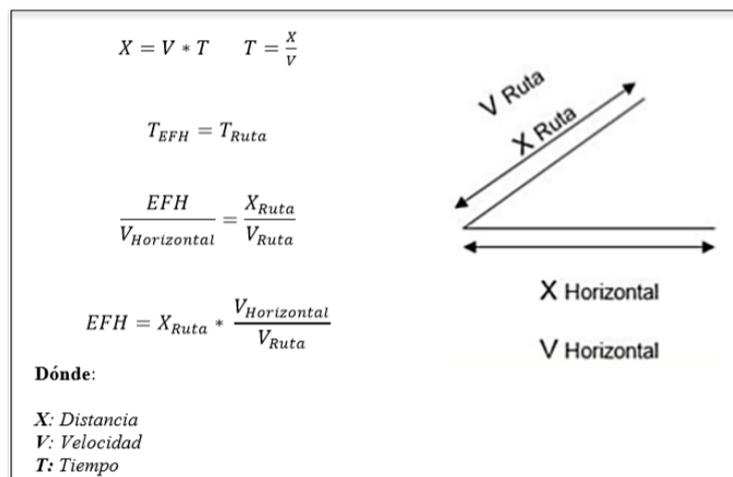
**c) Parámetros y fórmulas de productividad.**

- **Disponibilidad% (Av):** Representa un porcentaje del tiempo total en que el equipo está disponible para la operación.
- **Uso de la Disponibilidad% (UoA):** Porcentaje que representa el tiempo relacionado directamente con la operación desde el momento en que el equipo no está en mantenimiento. Este porcentaje indica cómo se gestiona el tiempo en espera.
- **Uso% (Use):** Porcentaje que indica cómo se gestiona el tiempo de demora en la operación.
- **Usage% (Usg):** Porcentaje que indica el tiempo que el equipo estaba trabajando con respecto al tiempo en que el equipo no está en mantenimiento.
- **Utilización% (Utz):** Porcentaje que indican el tiempo que el equipo estuvo operativo con respecto al tiempo total disponible para el equipo. (Mine Sense, 2017)



**Figura 8: Formulas de Productividad (Mine Sense 2017)**

- Distancia Equivalente Horizontal (EFH):** Es la distancia horizontal que el camión podría recorrer en el mismo tiempo que le demanda sobre una pendiente (positiva o negativa). (Mine Sense, 2015)



**Figura 9: Fórmula del Cálculo del EFH (Mine Sense 2017)**

- **Cola de camiones (Queue – min.):** Es un parámetro que indica el tiempo de espera de los equipos de acarreo en el frente de carguío, y se contabiliza desde el primer camión que se encuentra en la actividad esperando. (Mine Sense, 2017)
- **Productividad de Acarreo (t/h):** Se define como el tonelaje que transporta el camión dividido entre el ciclo de acarreo para un viaje. (Mine Sense, 2017)
- **Productividad operativa de Carguío (t/h):** Es la relación entre las toneladas nominales y el tiempo total productivo, que incluye tiempo de carguío, tiempo de cuadrado y espera de camiones. (Mine Sense, 2017)
- **Productividad Efectiva de Carguío (t/h):** Es la relación entre las toneladas nominales cargadas y el tiempo efectivo de carga, incluyendo el tiempo de cuadrado. Esto es lo que se produciría en una hora si el hang fuera cero. (Mine Sense, 2017)
- **Tasa de Excavación (t/h):** Es la relación entre las toneladas nominales cargadas y el tiempo de carguío, también se le denomina tasa de excavación o Digrate. (Mine Sense, 2017)
- **Espera del equipo de carguío (Hang):** Parámetro que indica el tiempo de espera de los equipos de carguío por la llegada de un equipo de acarreo y se contabiliza desde que el camión sale del carguío y no hay otros equipos de acarreo esperando en el frente de carguío. (Mine Sense, 2017)

#### **d) Control de Flota Control Sense.-**

Es una Aplicación del tipo Desktop (también denominada de escritorio), que funciona en una arquitectura Cliente Servidor, ya que los datos con los cuales trabaja, opera y procesa, se encuentran alojados en una base de datos centralizada. (Mine Sense, 2017) Con esta aplicación trabajará el controlador, ejecutándola desde el Centro de Control de flota, es decir, esta aplicación estará instalada en los ordenadores pertenecientes al controlador. Es preciso mencionar que esta aplicación podrá ser ejecutada mediante los sistemas operativos Linux, Mac OS X o Microsoft Windows. A partir de ella se controla todas las actividades en campo, tales como el proceso de carguío, de acarreo y otras actividades que forman parte del proceso de operaciones en la minería. (Mine Sense, 2015)

Tiene como objetivo principal, canalizar la optimización de los recursos, asignando y reasignando a los equipos según las necesidades o requerimientos ingresados previamente por el controlador. La aplicación trabaja de manera conjunta con el Optimizador, debido a que este último genera recomendaciones, simulaciones y proyecciones, considerando las prioridades en el desarrollo del trabajo de los equipos en campo. (Mine Sense, 2017) Asimismo, mediante el Centro de Control de flota mediante el Control Sense se pueden crear las rutas o vías que los equipos tendrán que recorrer, estableciendo la ruta más óptima, que puede comprender el trayecto de una locación a un punto determinado. El Control Sense nos brinda un panorama general de lo que pasa en el

mismo campo de operaciones, esto quiere decir que, debido a la necesidad de controlar los diversos trabajos en minería, el sistema realiza una supervisión minuciosa, permitiéndonos aplicar medidas correctivas en tiempo real, para que el trabajo logre tener mayor productividad y mejorar los procesos en operación. (Mine Sense, 2017)

Finalmente cabe señalar que el Control Sense, además de controlar los trabajos de los diferentes equipos y generar la asignación óptima, envía toda esa información que alimentará al optimizador, de la data adquirida de los trabajos en campo, hacia la base de datos contenida en los servidores, que almacenarán todos los ciclos realizados por los equipos. (Mine Sense, 2017)

#### **e) Interfaz principal del Sistema Control Sense.**

El Control Sense tiene dos pantallas principales mediante las cuales desde el Centro de Control de Flota el supervisor de optimización puede utilizar todas sus herramientas para ejecutar su trabajo.

#### **2.2.5 Kontrax Plus - Komatsu**

Komtrax Plus es el sistema de monitoreo desarrollado por Komatsu para máquinas de minería. Abordo del equipo, el sistema recopila continuamente información sobre el funcionamiento de sus principales componentes gracias a una amplia red de sensores y controladores. Esta información es transmitida por la red mundial de satélites las 24 horas del día y es puesta a disposición en un sitio web cifrado y seguro, pudiendo acceder a él desde un dispositivo con internet. (Tecnología Minera, 2016, p.87) Komtrax Plus trae nuevas

mejoras como la inclusión de antenas GPS de fábrica para equipos de minería que anteriormente venían solo en equipos de construcción. Así mismo, si se desea actualizar un equipo que no tiene antena GPS esto se puede realizar a través de un kit retrofit. Las aplicaciones del GPS en equipos de minería son variadas, entre ellas el seguimiento de rutas, visión de la ubicación de equipos y flotas, asignación de territorios, entre otras. (Tecnología Minera. 2016, p.69)

#### **2.2.5.1 FUNCIONAMIENTO DEL KONTRAX PLUX**

Equipment Care es la nueva plataforma de administración de equipos Komatsu que nace con el objetivo primordial de incrementar la productividad del cliente. Equipment Care (EQP Care) consolida la información transmitida a través de Komtrax Plus en una vista amigable pero potente, permitiendo la visión del estado de toda la flota así como cada equipo de manera individual. (Tecnología Minera. 2016, p.172)

##### **a) Camiones autónomos.-**

Komatsu se pone a la vanguardia de la tecnología minera al poner en operación los camiones autónomos 930E-4AHT de 300 Tn para minería superficial; estos equipos dotados de cámaras, radares y dispositivos de posicionamiento global operan 24 horas continuas haciendo paradas solo por mantenimiento de rutina y reabastecimiento de fluidos. (Tecnología Minera. 2016, p.73) Los camiones autónomos son más que camiones sin operadores, son un complejo sistema automático de interacción colectiva; equipos capaces de reconocer la proximidad de otro vehículo, detectar de obstáculos e incluso de detenerse inmediatamente si una persona cruza su ruta. Su comando

computarizado desarrollado por Modular Mining®, empresa de propiedad de Komatsu, en adición a la tecnología de punta del camión eléctrico Komatsu, proporciona capacidades de seguimiento de ruta, aceleración y frenado extremadamente precisas, con resultados directos en ahorro de combustible, duración de neumáticos y vida útil de los componentes. (Tecnología Minera. 2016, p.90) Estos equipos operan produciendo diariamente en la mina Gabriela Mistral en Chile y son una muestra del nivel de capacitación requerido por el profesional en la minería del futuro. (Tecnología Minera. 2016, p.48)

#### **b) Monitoreo Vía Gprs – Dcp**

Distribuidora Cummins del Perú (DCP), subsidiaria de Komatsu-Mitsui, realiza el monitoreo remoto a los motores Cummins en los equipos 730E, 830E y 930E, gracias a la comunicación móvil GPRS y un desarrollo local que enlaza el servidor localizado en las oficinas del Callao con el motor operando en mina en tiempo real para analizar sus parámetros, emitir un diagnóstico y soportar al personal en faena. Esta tecnología está operando en minas como Lagunas Norte (Barrick), Toquepala y Cuajone (Southern), Antamina, entre otras. (Tecnología Minera. 2016, p.38)

#### **2.2.6 JIWSAW – LEICA**

Leica Jigsaw es el recurso clave para controlar, monitorear, administrar y optimizar las operaciones mineras. La plataforma de segunda generación de Leica Jigsaw unifica sin problemas los tres niveles principales de las operaciones mineras: gestión y optimización de

flota, orientación precisa y control autónomo, para ofrecer una solución total de gestión de la mina. (Tecnología Minera. 2016, p.172) La plataforma Jigsaw de Leica Geosystems-empresa líder mundial en tecnología de medición- establece un punto de referencia en la industria por su independencia, funcionalidad, flexibilidad y escalabilidad OEM (fabricante de equipo original). A través de su capacidad de ampliación, Leica Jigsaw actualmente respalda con éxito las operaciones de más de 100 minas en 20 países de todo el mundo. (Tecnología Minera. 2016, p.48)

El monitoreo Leica Jigsaw de próxima generación de Leica Geosystems y las soluciones de orientación por GPS ponen al descubierto la productividad de la mina, con una gama de productos revolucionarios para dragalinas, perforación de barrenos, palas eléctricas, tractores, excavadoras, camiones de transporte, cargadores otros equipos auxiliares. (Tecnología Minera. 2016, p.51) El software de análisis y presentación de informes en tiempo real de última tecnología proporciona a los usuarios las herramientas necesarias para mantenerse a la vanguardia mediante un control eficiente de los recursos y los equipos. ¿El resultado? Toma de decisiones basadas en información, productividad optimizada y un rendimiento sin precedentes para una producción máxima de la mina. (Mendieta y Guzmán, 2013, p.46) En el corazón del Leica Jigsaw existe Jmineops, una aplicación central que integra a la perfección todos los aspectos de sus operaciones mineras, ya sea el sistema de orientación de una dragalina o la asignación de un camión. (Mendieta y Guzmán, 2013, p.46)

Jmineops ofrece distintas soluciones: Jfleet, J2guidance y J3autonomous. Jfleet es la solución para una gestión y optimización de vanguardia de flota, lo que maximiza la productividad y los costos de los controles de operación, garantizando un nivel básico de seguridad. Utilizando algoritmos de optimización de tercera generación para maximizar el rendimiento de los camiones y de la pala, Jfleet ofrece información confiable, precisa y en tiempo real sobre la posición y la producción. Jfleet minimiza el tiempo de inactividad del equipo y de la pala y puede ser fácilmente actualizado al potencial de J2guidance. (Mendieta y Guzmán, 2013, p.46)

- J2guidance. Es la solución para la orientación de alta precisión por GPS de Leica Jigsaw para tractores, excavadoras, palas y dragalinas. J2guidance proporciona toda la información de Jfleet, con ventajas añadidas de orientación de alta precisión por GPS para una navegación precisa. (Tecnología Minera, 2016, p.32)
- J3autonomous. Es la solución a control remoto semiautónoma de Leica Jigsaw para sus equipos de minería. Leica Geosystems se ha asociado con líderes mundiales en soluciones robóticas para ofrecer una amplia gama de productos independientes OEM para ayudar a automatizar su operación minera. (Tecnología Minera, 2016, p.77)
- Jtruck. Es una solución para el seguimiento del ciclo de transporte. Maximiza la eficiencia y minimiza el tiempo de detención del trabajo. Reduce el tiempo de espera, reduce los costos de combustible, y posee indicadores clave de desempeño para los operadores y administradores en tiempo real. Muestran la ubicación de todos los

equipos de minería en tiempo real, y se presenta "la mejor ruta de acceso" al operador, así como el registro de derrames y otros peligros. (Tecnología Minera, 2016, p.37)

- Jshovel. Pone énfasis en la producción y la optimización mostrando datos de la carga útil en tiempo real de camiones cargados. Muestra la ubicación de todos los equipos de minería en tiempo real, muestra la hora estimada de llegada de todos los camiones en ruta. Tiene una pantalla de polígonos de bloques de materiales e indicadores clave de desempeño en tiempo real. (Tecnología Minera. 2016, p.35)
- Jdozer. Se centra en el área de trabajo circundante tanto para tractores de ruedas como de oruga. Captura con precisión todos los tiempos de producción, incluyendo el mantenimiento y los retrasos, así como indicadores clave de desempeño en tiempo real para los operadores y administradores. Muestra la ubicación de todos los equipos de minería en tiempo real para ayudar en la gestión y supervisión de tareas/actividades. (Tecnología Minera. 2016, p.70)
- Jdragline. Es el monitor de dragalina más avanzado del mundo que ha marcado un hito en la industria ya que brinda datos como captura de carga útil por cada balde, indicadores clave de desempeño para el operador en tiempo real, y captura automática de todos los datos del ciclo. También cuenta con alarmas a bordo, tales como alarmas de sobrecarga y detención; detención y retroalimentación de retrasos; pesos de los cangilones, tiempos de ciclo, número de oscilaciones, posicionamiento de la perforación y vertimiento. (Tecnología Minera. 2016, p.56)

## 2.2.7 MINESTAR – CATERPILLAR

La plataforma MineStar de Caterpillar, representada por Ferreyros, ya está presente en el Perú, en operaciones de gran minería. MineStar se puede entender como un set que reúne cinco módulos tecnológicos (Health, Detect, Fleet, Terrain y Command), que en conjunto permiten realizar el monitoreo, administración y control de todos los equipos de movimiento de tierra en la mina. El objetivo es aumentar la productividad en mina al mejorar la eficiencia en la operación de los equipos, reducir sus costos y elevar la seguridad. (Tecnología Minera. 2016, p.61) Estos módulos pueden trabajar también de manera independiente, así como personalizarse de acuerdo a cada proyecto minero, de acuerdo a sus necesidades y prioridades.

- **Módulos MineStar clave para la gestión de flotas.**

Dos componentes de MineStar son clave para la gestión de flotas: los módulos Fleet y Terrain. El primero cuenta con funciones estratégicas que incluyen el rastreo, la asignación y la administración de las máquinas en tiempo real. Fleet opera con todo tipo de equipos de movimiento de tierra. (Erazo, M. 2013) Este módulo permite programar y asignar los equipos en la operación, ello maximiza la producción y la utilización de los equipos, minimiza el tiempo de espera y ayuda a administrar los cambios de turnos de trabajo. Por otro lado, Fleet permite que el personal de administración de la mina haga un seguimiento remoto, en tiempo real, de la flota (accediendo a parámetros clave como el tiempo de ciclo y la carga útil). Además, supervisa la posición de cada máquina y el movimiento del material, con alertas a los operadores y

controladores; mejora la gestión de equipos auxiliares; y puede compartir datos con otros sistemas electrónicos de administración de minas. (Erazo, M. 2013) Por su parte, el módulo Terrain ayuda a ejecutar con alta precisión las operaciones de perforación, nivelación y carguío de equipos tales como palas, cargadores frontales y perforadoras, a través de la tecnología de guiado en tiempo real. El sistema da “feedback” a los operadores en su propia cabina, y al personal de administración de la mina, vía remota, mostrando la posición exacta de la máquina dentro de su área y el avance de producción según el plan. Además, Terrain alerta de zonas de riesgo predeterminadas y muestra la posición de otros equipos en el área, brindando un reconocimiento más completo del entorno para una mayor seguridad. (Erazo, M. 2013) Igualmente, este módulo ofrece también información a los administradores y planificadores en mina para controlar, rastrear e informar con precisión varios procesos mineros, como la cantidad y los tipos de material trasladado según el plan, la ubicación de las máquinas, el estado de la operación, etc. (Oyarsun, R. 2011)

- **Módulo MineStar clave para el monitoreo.**

El módulo Health de MineStar es hoy una herramienta estratégica de monitoreo para la minería. Se centra en la salud de toda la flota, ofreciendo una herramienta muy potente de análisis y diagnóstico, para supervisar el estado de los equipos ya que el sistema permite ver remotamente todos los signos vitales del equipo en tiempo real. (Oyarsun, R. 2011) De esta manera, se alerta de tendencias que podrían

afectar la operatividad del equipo para tomar acción oportuna, se reducen paradas imprevistas e innecesarias y se contribuye a un mantenimiento más eficiente, con un enfoque predictivo, contribuyendo así a un importante ahorro de tiempo y recursos. Además, se disminuye la frecuencia de acceso del personal de mantenimiento a las máquinas, lo que impacta positivamente en la seguridad y en la gestión de los recursos. (Oyarsun, R. 2011) Respecto a los dos módulos restantes, se puede mencionar que Detect amplía la visibilidad de los operadores de equipos mineros, minimizando los puntos ciegos y detectando la proximidad de otros equipos, mientras que Commandune las capacidades de los cuatro módulos anteriores, ampliando al máximo las posibilidades de integración, seguridad, productividad y disponibilidad de la mina. (Oyarsun, R. 2011)

- **Sistema de monitoreo Product Link**

Complementariamente, y con un foco especial en empresas cuyas máquinas se encuentran en constante movilidad (contratistas mineros o empresas de construcción, por ejemplo), Ferreyros cuenta con el sistema de monitoreo satelital Product Link, con el que cuentan más de 4,000 máquinas Caterpillar en todo el Perú. (Tecnología Minera. 2016, p.91)

El Product Link permite acceder a información estratégica de los equipos -a través de Internet- a datos clave como consumo de combustible, alertas de una operación inadecuada, identificación de eventos diversos en el equipo, horas de trabajo en carga y en vacío,

localización geográfica de cada unidad y recordatorios de los mantenimientos preventivos. La información de la máquina y de la flota puede visualizarse en una plataforma web que facilita el análisis de los datos y ofrece flexibilidad para acceder a información de una máquina individual o de una flota completa. De esta manera el cliente pueda elevar la productividad y disponibilidad de sus máquinas, detectar a tiempo eventos y planificar los mantenimientos preventivos y correctivos. (Tecnología minera. 2016, p.75)

### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **ESTÉRIL O DESMONTE:** Material no económico (Gold Fields, 2017)
- **MINERAL:** Material con valor económico (Gold Fields, 2017)
- **BOLONERÍA:** Material fragmentado cuyo diámetro sea mayor a 6” en caso de mineral, 7” en caso de desmonte y 10” en caso de material de cantera. (Gold Fields, 2017)
- **CARGUÍO:** Carga de material mineralizado del yacimiento para conducirlo a los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril. (Codelco, 2017)
- **ACARREO O TRANSPORTE:** Movilización del estéril o el mineral, desde el lugar de remoción hasta su ubicación final. El estéril deberá ser acarreado desde el tajo hasta los depósitos de material estéril, y el mineral deberá ser acarreado desde el tajo hasta los fingers en el ROM Pad. (Gold Fields, 2017)
- **P80:** Refiere a que el 80% del volumen total de mineral disparado y transportado debe ser menor a un tamaño máximo de fragmentación requerido. (Gold Fields, 2017)

- **ANCHO DEL FRENTE DE MINADO:** Longitud que tiene un frente de carguío, en el cual se posiciona la excavadora para cargar uno a uno los volquetes, ya sea a un carril o a doble carril. (Gold Fields, 2017)
- **ESPERA DEL EQUIPO DE CARGUÍO (Hang):** Tiempo que se encuentran esperando el equipo de carguío por la llegada de un equipo de acarreo y se contabiliza desde que el camión sale del carguío y no hay otros equipos de acarreo esperando en el frente de carguío. (Mine Sense, 2017)
- **ESPERA DEL EQUIPO DE ACARREO (Queue):** Tiempo que se encuentran esperando los equipos de acarreo para ser cargados. (Mine Sense, 2017)
- **CONTROL DE EQUIPOS:** Conjunto de técnicas destinadas a regular los equipos y/o maquinarias diversas (Lagos, 2102)
- **FASES DE MINADO:** Se refiere a las etapas que una mina requiere para ejecutar la producción de mineral con el objetivo de maximizar el valor presente de la Mina. La decisión de como minar dichas fases se denomina Secuencia de Minado y es la que maximizará el valor presente de la mina. (Gold Fields, 2017)
- **SOFTWARE AVANZADO:** Es un software que tiene la capacidad de analizar situaciones o parámetros de un equipo y tomar decisiones para poder solucionarlo, o alertar de manera segura para su inactividad permanente (Huamán, 2015)
- **TIEMPO DE CARGUÍO:** Actividad en la que el equipo de carguío se encuentra realizando la carga al equipo de acarreo que fue asignado a su locación. (Mine Sense, 2017)

- **OPERADOR:** Persona que trabaja en obras de construcción y minería y maneja equipos de maquinaria como volquetes y excavadoras. También realiza labores simples de mantenimiento y revisión de la maquinaria. (Educaweb, 2017)
- **GRANULOMETRÍA:** Medida del tamaño de las rocas dentro de un grupo. (Madrid, A. 2015)
- **VÍAS:** Área por donde transitan los camiones de acarreo, deben estar diseñadas para soportar la capacidad de los equipos y con el suficiente espacio para un tránsito seguro y sin inconvenientes (Huamán, 2015)

## 2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

### 2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca.

### 2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

**A.** Si se identifica los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos optimizar los resultados.

**B.** El adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y

“queue”, mejoran significativamente la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca

## **2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **2.5.1 VARIABLES PARA LA HIPÓTESIS GENERAL**

- **Variable Independiente:**

Sistema de Despacho Mine Sense.

- **Variable Dependiente:**

carguío y acarreo

### **2.5.2 VARIABLES PARA LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- **Para la hipótesis a.**

**Variable independiente:**

Factores técnicos del sistema de control manual – visual.

**Variable dependiente:**

Mejora del proceso de carguío y acarreo.

- **Para la hipótesis b.**

**Variable independiente:**

Control de factores carguío y acarreo

**Variable dependiente:**

Mejora la eficiencia de carguío y acarreo

## 2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDIADORES

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Sistema de Despacho Mine Sense	Independiente	Es un software desarrollado por mineros para mineros, posee una Interfaz intuitiva, Base de Datos de Strong, Eficiente y asequible. Sobre la base de un nuevo algoritmo de optimización de generación y las mejores prácticas de minería.	Actividades medidas por el software	Ready
				Delay
				Stand By
				Maint
			Parámetros medidos por el software	Disponibilidad física
				Productividad
				Usage (%)
Equipos implicados	Palas			
	Camiones mineros			
Carguío y Acarreo	Dependiente	Extracción y desplazamiento del material previamente fragmentado del frente de trabajo.	Análisis del proceso de carguío y acarreo	Evaluación de situación actual de equipos en carguío y acarreo
			Mejora del proceso de carguío y acarreo	Programa de mejora de la productividad

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación es de carácter Cuantitativo, conforme a los propósitos y naturaleza de la investigación; el estudio se ubica en el nivel descriptivo, explicativo y de correlación.

##### **3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo a los resultados de localizarse todos los factores que intervienen en el problema planteado, se empleó el método analítico.

##### **3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño a utilizarse en la investigación será por objetivos conforme al siguiente esquema:

OG = OBJETIVO GENERAL.  
HG = HIPÓTESIS GENERAL.  
CG = CONCLUSIÓN GENERAL.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

- **Población**

- La población está constituida por el total de los equipos de carguío y acarreo del Tajo Norte de la Unidad Colquijirca.

- **Muestra**

En el procedimiento de discriminación de muestra se determinó tomar 03 excavadoras y 46 volquetes de las marcas Mercedes Benz y Scania; Así mismo, se trabajó con una muestra de 36 encuestados (Ingenieros – Especialistas).

### **3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.5.1 TÉCNICAS**

Las principales técnicas que utilizaré en la investigación es:

- Análisis documental.
- Observación.
- Clasificación de la información.
- Encuestas

#### **3.5.2 INSTRUMENTOS**

Los principales instrumentos que utilizaré en la investigación son:

- Guía de análisis documental.
- Guía de observación.
- Técnicas de procesamiento de datos.

### 3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS

- **Codificación textual de datos.-** La codificación de datos es un método de orden para elaborar los cuadro de estudio y obtener los resultados y contrastarlos con la hipótesis.
- **Interpretación de datos.-** Una vez ordenados los datos se pasó a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio

### 3.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

En el cuadro se presentan los elementos estadísticos que se emplearon en la investigación.

o	ESTADÍGRAFOS	FÓRMULAS ESTADÍSTICAS	SÍMBOLOS
01	Media Aritmética de los datos agrupados.	$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$	$\bar{X}$ = Media Aritmética. X = Valor Central o Punto Medio de cada clase. f = Frecuencia de cada clase. $\Sigma f \cdot x$ = Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. n = Número total de frecuencias.
02	Desviación Estándar Muestral para datos agrupados.	$S = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \left(\frac{\sum f \cdot x}{n}\right)^2}{n-1}}$	S = Desviación estándar muestral. x = Punto medio de una clase. f = Frecuencias de clase. n = Número total de observaciones de la muestra.

### **3.8 SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

- **MÉTODO DE MITADES PARTIDAS:** Se necesita solo una aplicación el total de ítems se divide en dos partes y se comparan los resultados. (Pearson y Spearman-Brown)
- **MEDIDAS DE CONSISTENCIA INTERNA:** Requiere sólo una administración. Confiabilidad del test según el método de división de las mitades por Rulon y Guttman. El Coeficiente de Alfa de Cronbach.

### **3.9 ORIENTACIÓN ÉTICA**

Realiza estudios, propone y evalúa soluciones a los problemas operacionales que viene afectando a Sociedad Minera El Brocal. Por ende como Ingeniero de Minas estoy comprometido con la responsabilidad, puntualidad, servicio, sensibilidad y muchos más valores y garantizar un buen control de las operaciones mineras a través de la tecnología para garantizar el desarrollo sustentable de la comunidad Santa Rosa de Colquijirca.

## **CAPITULO IV**

### **GENERALIDADES DE LA MINA**

#### **4.1 RESEÑA HISTÓRICA**

Los orígenes de nuestra empresa yacen desde la época pre-incaica. Se sabe que la tribu de los Tinyahuarcos, extraían la plata de las faldas del cerro ubicado frente a Puntac-Marca, que por poseer abundancia y calidad desde aquellos tiempos era conocido como GOLGUE (plata), JIRCA (cerro), hoy Colquijirca, es decir “cerro de la plata”.

La historia nos cuenta que cuando hubo que pagar el rescate del Inca Atahualpa, se recibió la orden de enviar a Cajamarca toda la existencia almacenada de minerales preciosos que se tenían en Golguejirca.

Gracias a estos importantes antecedentes nuestra evolución siempre estuvo orientada hacia el crecimiento de la empresa y se fue dando de la siguiente manera:

- 1549, llegan los españoles a la zona y comienzan a trabajar en las minas de Golguejirca.

- 1880, la mina Colquijirca, propiedad del ciudadano español Manuel Clotet, fue cedida a su yerno, Eulogio Fernandini.
- 1886, se inician los trabajos del socavón principal de Colquijirca que posteriormente se llamó el “Socavón Fernandini”. La ejecución de la obra de 900 metros de longitud, tomó 13 años llegando por fin con tenacidad y esfuerzo a encontrar vetas de plata, plomo y zinc.
- 1889, se tenía instalada la Fundición de Huaraucaca, para la producción de barras de plata, cuya instalación y manejo estuvo a cargo del ingeniero Antenor Rizo Patrón.
- 1921, la empresa, Negociación Minera Eulogio E. Fernandini, decidió cerrar la fundición y reemplazarla por una planta de flotación ubicada en el mismo lugar
- 1938, se modificó el nombre de la empresa por “Negociación Fernandini Clotet Hermanos” que incluía tanto negocios mineros como agrícolas
- El 7 de mayo de 1956, se registró como “Sociedad Minera El Brocal S.A.”
- 1960, se instala el primer molino de barras e inicia su crecimiento.
- 1973, se inicia los trabajos de tajo abierto “Mercedes-Chocayoc”, mientras en la zona de Marcapunta se explotaba por método subterráneo.
- 1974, se paraliza la explotación subterránea convencional, y se intensifica el desbroce del tajo abierto, elevando la producción a 580 y posteriormente hasta las 1,000 TMD

- Entre 1980 y 1981, se incrementan las actividades en el tajo abierto, lográndose producir 1,500 TMD de mineral
- En 1990 y 1991, se tratan 1,750 TMD y 2,000 TMD de mineral respectivamente, proveniente de los tajos Principal y Mercedes-Chocayoc
- 1994, se inicia un programa agresivo de exploraciones a través de perforaciones diamantinas, lo cual permitió identificar y cuantificar los Proyectos San Gregorio y Marcapunta.
- En noviembre de 1996, la planta concentradora de Huaraucaca comienza con la flotación selectiva de zinc, plata y plomo. Al mismo tiempo, la producción llega hasta 2,200 TMD.
- El 14 de abril del 2003, la empresa se convirtió en Sociedad Anónima Abierta y su razón social se modificó a Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
- 2007, la capacidad instalada de la planta concentradora Huaraucaca es de 5,500TMD.
- 2009-2014, El Programa de ampliación de operaciones aprobado en agosto del 2008 por el Directorio, consistente en incrementar la capacidad de producción de mineral a 18,000 TMD, empezó a desarrollarse en el año 2009, consolidándose en el 2014 la operación de la Planta 1 a niveles de 7,000 TMD y de la Planta 2 a 11,000 TMD, contando con una capacidad instalada de 18,000 toneladas métricas por día.

Asimismo, debemos destacar que una de las actividades más importantes, fue

la elaboración y ejecución del Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), entre los años 1996 y 2001, cuyo cumplimiento mereció el reconocimiento y aprobación del Ministerio de Energía y Minas a través de la R.D. N° 306-2002-EM/DGM, el 08 de noviembre del 2002, luego de una rigurosa Auditoría Especial. Paralelamente la producción de la empresa se incrementó progresivamente hasta llegar a 3300 TMD en el año 2003.

A fines del año 2002, luego de adecuarse a la legislación ambiental, la empresa toma la decisión de implementar un Sistema Integrado de gestión en Medio Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional (SIGMASS), con el objetivo de mostrar su compromiso voluntario por la mejora continua en cuanto al cuidado del medio ambiente y la integridad física de su personal, lo cual obligó a la elaboración, cumplimiento y seguimiento de políticas, manuales, procedimientos, instrucciones, etc.; del sistema, para luego ser sometido a una auditoría externa. Esta implementación se realizó durante los años siguientes, para culminar con el logro de la Certificación de ISO 14001 y OHSAS-18001, el 24 de marzo del 2004. Estas certificaciones son renovadas periódicamente mediante auditorías internas y externas.

Durante los últimos años, Sociedad Minera El Brocal ha logrado dar un salto cualitativo importante debido al crecimiento integral de la organización, lo que la ubica dentro del grupo de empresas mineras medianas más importantes del país.

## **4.2 UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO**

El proyecto minero Tajo Norte, está ubicado en el distrito minero de Colquijirca, políticamente se ubica en el distrito de Tinyahuarco, provincia de Cerro de Pasco, departamento de Pasco, Perú, entre las coordenadas (UTM): 8'811,271-N y 361,760-E, a una altitud de 4.300 msnm.

Nuestra ruta de acceso es por la carretera central hasta la provincia de la Oroya, de la cual desviaremos la ruta hacia la provincia de Junín, Carhuamayo, hasta llegar al centro poblado de Colquijirca, donde es el centro de Operaciones de la Mina Tajo Norte, siendo un aproximado de 7 horas por ruta terrestre.



**Figura 10: Mapa de ubicación de la Mina Tajo Norte de SMEB.**

### 4.3 LA VISION

Es una imagen del futuro deseado. La declaración de una visión captura en palabras las ideas de una organización acerca de qué se quiere lograr y donde se quiere estar en el futuro.

## **VISION**

Sociedad minera El Brocal es una empresa minera moderna, con reservas de mineral que garantizan su sostenibilidad y permiten su crecimiento en el largo plazo, que opera con eficiencia, respeto al medio ambiente, responsabilidad social y está comprometida con el desarrollo de su personal y de su entorno.

### **4.4 LA MISION**

Es el motivo, propósito, fin o razón de ser de la existencia de una organización, porque define lo que pretende cumplir con su entorno o sistema social en el que actúa, lo que pretende hacer, y el para quién lo va hacer.

## **MISION**

Sociedad Minera El Brocal produce concentrados de minerales básicos eficientemente, con altos estándares de seguridad en el trabajo y preservando el ambiente, utilizando tecnología que permita operar con rentabilidad, creando valor para los accionistas, y oportunidades de desarrollo para sus trabajadores y la sociedad. Estamos comprometidos a desarrollar nuestras operaciones en constante innovación para darle valor a nuestras actividades, trabajando en equipo y con calidad para lograr resultados eficaces, en un ambiente de confianza como base para mantener buenas relaciones institucionales.

## 4.5 POLITICA

SOCIEDAD MINERA EL BROCAL S.A.A., empresa dedicada a la actividad minera, consciente de su responsabilidad social, laboral y ambiental se compromete a incorporar principios y requerimientos ambientales, de seguridad y salud ocupacional como parte integral de los procesos operativos y administrativos desarrollados en el marco de su actividad.

De acuerdo a lo anterior, el compromiso es:

- Prevenir la contaminación ambiental realizando mejoramiento continuo en los procesos y mecanismos de administración, utilizando eficientemente los recursos disponibles.
- Prevenir los riesgos de seguridad y salud ocupacional, identificando peligros y evaluando permanentemente los riesgos para asegurar la prevención de lesiones laborales y enfermedades ocupacionales.
- Asegurar la existencia de controles para las actividades de alto riesgo.
- Asegurar que todos los trabajadores y supervisores reciban la capacitación adecuada que les permita cumplir con sus obligaciones y responsabilidades en Seguridad Ocupacional y Ambiental. Asimismo, sensibilizar con acciones orientadas a la protección ambiental y prevención de riesgos a todas las partes interesadas como proveedores, contratistas y comunidades

vinculadas, colocando la política a disposición del público y difundiéndola de manera permanente.

- Cumplir con los requerimientos legales nacionales y otros requisitos, aplicables a la Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiental.
- Mantener un proceso de mejora continua del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiental, por medio de la participación de los trabajadores y supervisores.

## **CAPITULO V**

### **GEOLOGÍA Y MINERÍA**

#### **5.1 GEOLOGÍA**

En las inmediaciones de la mina Colquijirca afloran rocas de los períodos Devónico hasta el Terciario. El grupo Excelsior del Devónico está expuesto en un valle anticlinal entre los cerros Condorcayán y Vista Alegre. Esta formación está compuesta por pizarras, filitas y cuarcitas que muestran un rumbo NNW y un buzamiento casi vertical.

La formación Excelsior es seguida, luego de una marcada discordancia angular, por la formación Mitu del Permiano, representada en el área de Colquijirca por areniscas y lutitas rojas y conglomerados con alto contenido de fragmentos de cuarzo lechoso.

El Grupo Mitu, al oeste del Cerro Colquijirca se encuentra infrayaciendo al Grupo Pucará. Existe una leve discordancia angular entre los sedimentos

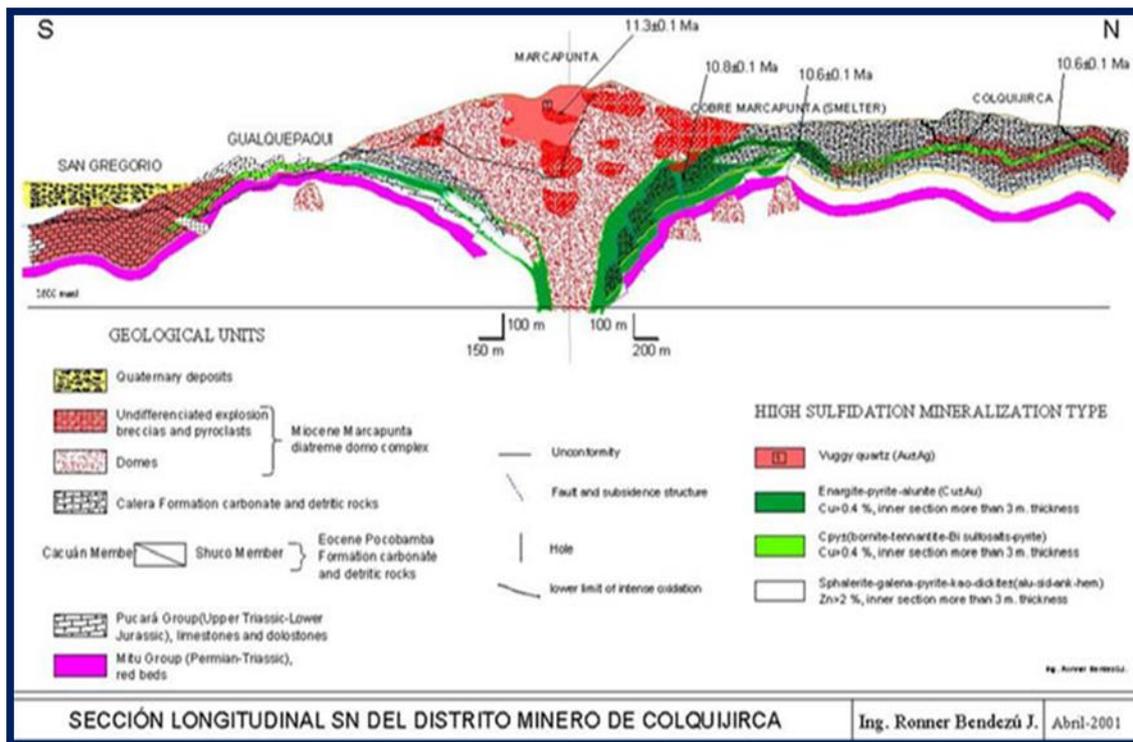
molásicos del Mitu y los carbonatos del Grupo Pucará. Inmediatamente al oeste del tajo, las areniscas del Grupo Mitu, están cubiertas por el conglomerado de Shuco, compuesto por pequeños fragmentos redondeados de calizas negras del grupo Pucará.

En el área del tajo aflora la formación Calera del período Terciario (Eoceno), conformada por dolomías varvadas y calizas lacustrinas en la parte superior y media; y areniscas, lutitas y tobas rojas en la parte inferior. La mineralización de los tajos se encuentra emplazada en las calizas de la parte superior y media de la formación Calera.

La formación Calera es intruida hacia el sur con el complejo volcánico Marcapunta; el cual incluye domos dacíticos, brechas y piroclastos. Su edad ha sido determinada en 11.5 más menos 0.4 millones de años y está caracterizada por presentar una fuerte alteración hidrotermal que ha afectado también las partes adyacentes de la Formación Caldera.

El área de Huachuacaja, es un valle de origen glacial y se caracteriza por su fondo amplio, suave inclinación y flancos asimétricos. Está modelado en rocas sedimentarias y volcánicas, que fueron posteriormente tapizadas por depósitos glaciales y lacustres.

Las unidades lito estratigráficas presentes son lutitas y conglomerados del Grupo Mitu, dolomías del Grupo Pucará, domos dacíticos y depósitos cuaternarios de origen glacial y lacustre.



**Figura 11: Sección Longitudinal SN del distrito minero de Colquijirca.**

## 5.2 YACIMIENTO

Los depósitos minerales del distrito de Colquijirca pertenecen a la familia de yacimientos relacionados a pórfidos de cobre conocida como depósitos Cordilleranos. Este tipo de depósitos, los cuales se forman en general en las partes altas de un pórfido de cobre, se caracterizan fundamentalmente por un prominente zonamiento con partes internas dominadas por cobre y zonas externas donde el zinc, el plomo y la plata son los principales elementos económicamente interesantes. En el caso particular del distrito de Colquijirca, más precisamente entre los sectores de Marcapunta Norte y Colquijirca, dicho zonamiento consta a manera general de tres zonas, las cuales mineralógicamente consisten fundamentalmente de enargita en las partes internas, calcopirita en partes intermedias y esfalerita y galena en las partes externas.

El depósito de Colquijirca (parte sur del Tajo Norte) expone estas tres zonas. La parte más profunda del sector suroeste del Tajo Norte (antes Tajo Principal) muestra un núcleo de forma tubular esencialmente constituido por enargita además de cantidades variables de pirita y cuarzo. Este núcleo presenta una envolvente básicamente compuesta por calcopirita y cantidades variables de tenantita además de esfalerita y galena. A su vez esta envolvente está rodeada por una zona relativamente extensa, compuesta esencialmente por esfalerita y galena. Es esta última zona, la cual está desarrollada en su mayor extensión hacia el norte del distrito, la que constituye el grueso del depósito de Colquijirca (Tajo Norte) actualmente en explotación.

### **5.3 MINERALIZACION**

La mineralización de Colquijirca (Tajo Norte) se emplaza dentro de los sedimentos plegados de la Formación Calera del Terciario inferior y presenta una geometría mantiforme, “concordante” a la estratificación, emplazándose preferentemente en calizas lacustrinas de la parte superior del Miembro Medio y parte inferior del Miembro Superior. La caja techo está constituida por dolomías varvadas de Calera Superior, en tanto la caja piso lo constituyen margas del Calera Medio. En la mineralización, se puede distinguir el siguiente zoneamiento:

**TIPO I** (Núcleo de Cobre:  $Cu + Au + Ag \pm Bi$ ): Esta mineralización está emplazada casi siempre en horizontes completamente silicificados (chert negro) y expresan el núcleo del vector mineralizador, puede dividirse en:

**Tipo I A:** Es la parte más interna de este núcleo y consiste esencialmente de enargita – pirita; las cuales ocurren a manera de relleno de fracturas,

relleno de cavidades y como matriz en las partes de brechas de chert, menos comunes son las disseminaciones.

**Tipo I B:** Es la parte más externa del núcleo de cobre constituido principalmente por calcopirita y pirita. Estos ocurren a manera de venillas y como reemplazamientos masivos. Este tipo de mineralización alberga importantes valores de plata y bismuto en cantidades regulares.

**TIPO II (Zona de Transición: Cu + Ag + Bi + Zn + Pb):** Es la Zona intermedia, constituyéndose así en una zona compleja debido a la variedad de especies mineralógicas y a los intercrecimientos que estos presentan. La mena está constituida por calcopirita, esfalerita y galena, acompañados de caolín, dickita, baritina y en menor proporción pirita y hematita. La ocurrencia de estos minerales se da como relleno de fracturas u oquedades y como reemplazamientos masivos.

**TIPO III (Zona de Metales Base: Zn + Pb ± Ag):** Es el halo más externo de mineralización y por su volumen, el de mayor importancia económica. Se encuentra emplazada en rocas dolomíticas y en menor proporción en niveles de chert negro. Su mineralogía está constituida por esfalerita y galena como minerales de mena, los cuales ocurren como relleno de fracturas, cavidades, disseminaciones y reemplazamientos masivos, constituyendo zonas de "roca sulfurada". La ganga está representada por pirita, specularita, magnetita, caolín, baritina, siderita, ankerita - dolomita y fluorita menos común; todos ellos ocurren como relleno de fracturas y cavidades.



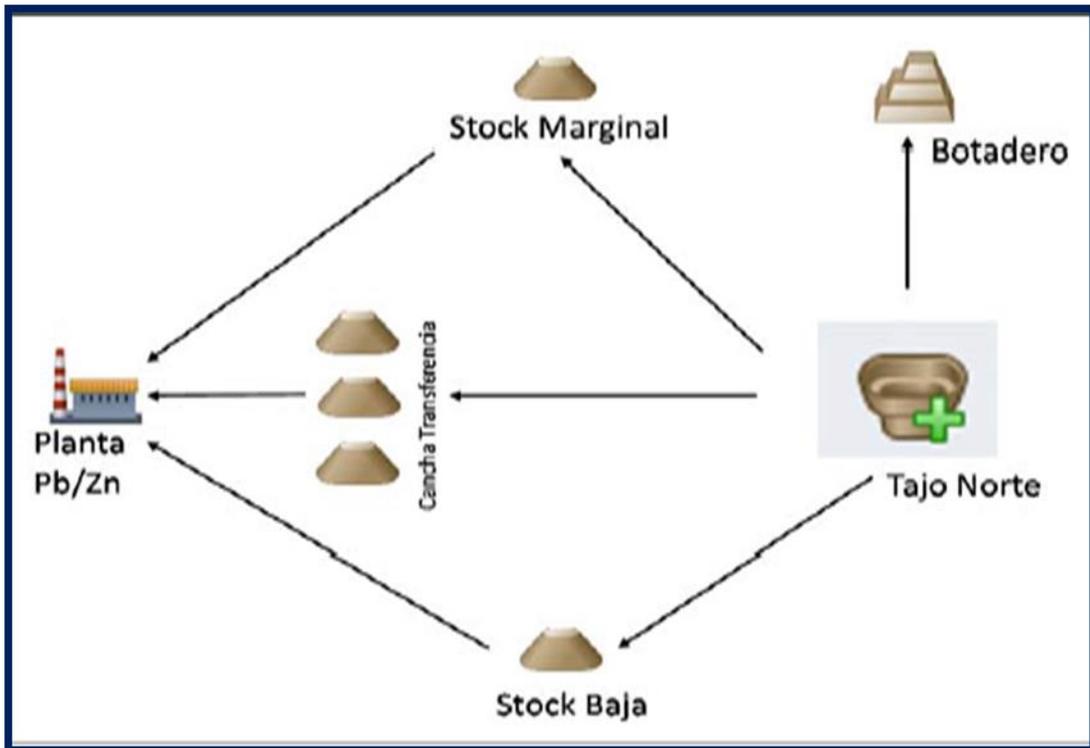
**Figura 13: Diagrama de Mineralización del Tajo Norte.**

#### 5.4 OPERACIONES MINA

En la actualidad, SMEB explota sus reservas mineras de contenido polimetálico, conformado por sulfuros de plata, plomo, zinc y cobre, a través del tajo abierto Tajo Norte que es operada por la contratista Ayor S.A.C. a un ritmo de 40 000 toneladas métricas diarias (TMD) de movimiento total. Dentro de esta cantidad, se extrae aproximadamente 5000 TMD de mineral de baja y alta ley.

Las operaciones unitarias realizadas para la extracción de material consisten en cuatro etapas: perforación, voladura, carguío y acarreo. Además de las operaciones auxiliares que se vienen realizando. Los volquetes llevan distintos tipos de material a su respectivo destino: desbroce al botadero, mientras que el mineral extraído de mina será enviado a stocks, ya sea de mineral Marginal, Mineral de baja ley o a la

cancha de transferencia (CT). El re-manejo del mineral de CT tendrá la prioridad para alimentar a la chancadora y en el caso de no cubrir el requerimiento, se enviará el mineral de los stocks. El esquema del movimiento de material de mina se muestra en la Figura 14.



. **Figura 14 Esquema Movimiento de Material Mina.**

En la figura se muestra la distribución que se realiza con el mineral y el desmonte. Se conforman las canchas de transferencia en las cuales se realiza el blending del mineral para poder tener una buena ley promedio. El mineral marginal se almacena como stock, y el desmonte se lleva al botadero Condorcayán para su descarga.

SMEB a través de su contratista Ayor S.A.C. tiene la siguiente flota para sus operaciones de carguío y acarreo:

- 20 volquetes marca Scania G460 8x4 de 22.5 m3

- 24 volquetes marca Mercedes Benz ACTROS 4144K de 22.5 m<sup>3</sup>
- 01 excavadora Cat 390FL de 7.5 m<sup>3</sup>
- 03 excavadoras Cat 374DL de 4.6 m<sup>3</sup>
- 01 cargador frontal Cat 980H de 6.5 m<sup>3</sup>

Para la perforación se cuenta con el siguiente equipo:

- 2 perforadoras ATLAS COPCO DML de barra 8 m.

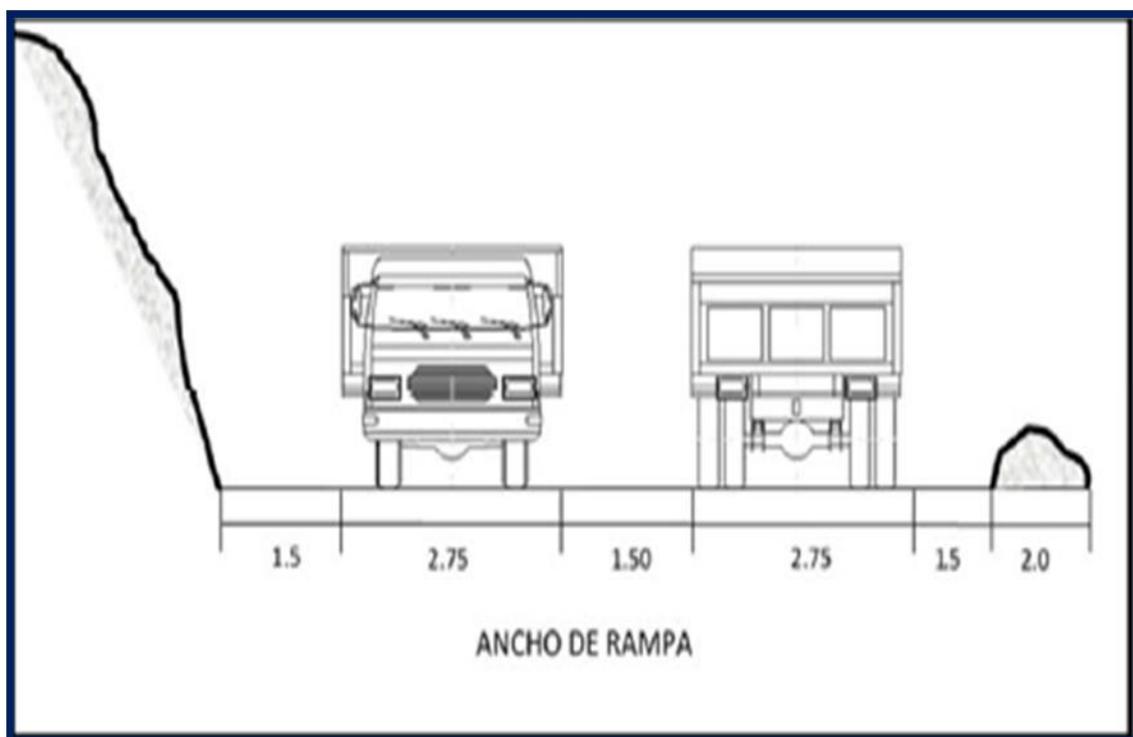
<b>Criterio</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<b>Altura de Banco</b>	m	6
<b>Altura de Minado Mínimo</b>	m	25
<b>Ancho de Rampa</b>	m	25/12
<b>Gradiente en Rampa (máx)</b>	%	10
<b>Radio interno de giro</b>	m	9
<b>Ángulo Talud de Banco (ATB)</b>	°	Variable
<b>Ángulo Inter Rampa (AIR)</b>	°	Variable
<b>Ángulo Global de Talud (AGT)</b>	°	Variable

## 5.5 PARÁMETROS DE DISEÑO MINA

El criterio general de mina se muestra en la tabla de Criterios de Diseño General del Tajo. Las rampas y vías de acarreo están diseñadas para volquetes de 22.5 m<sup>3</sup> de capacidad con una gradiente máxima de 10% y un ancho de vía de 12 m, con un radio de giro interno de 9 m. Aunque el ancho mínimo de rampa llega a los 10 m, SMEB decidió continuar con rampas de 12 m para estandarizar el ancho de las nuevas vías con las vías antiguas (25 m). El ancho operativo mínimo fue definido de acuerdo a las

dimensiones de los equipos más grandes de la operación, es este caso el volquete de 22.5 m<sup>3</sup> en doble vía y la excavadora CAT 390 de 7.5 m<sup>3</sup> de capacidad. En la siguiente tabla 1 se muestra los criterios de diseño general para las vías y accesos.

**Tabla 1: Criterios de Diseño General del Tajo**



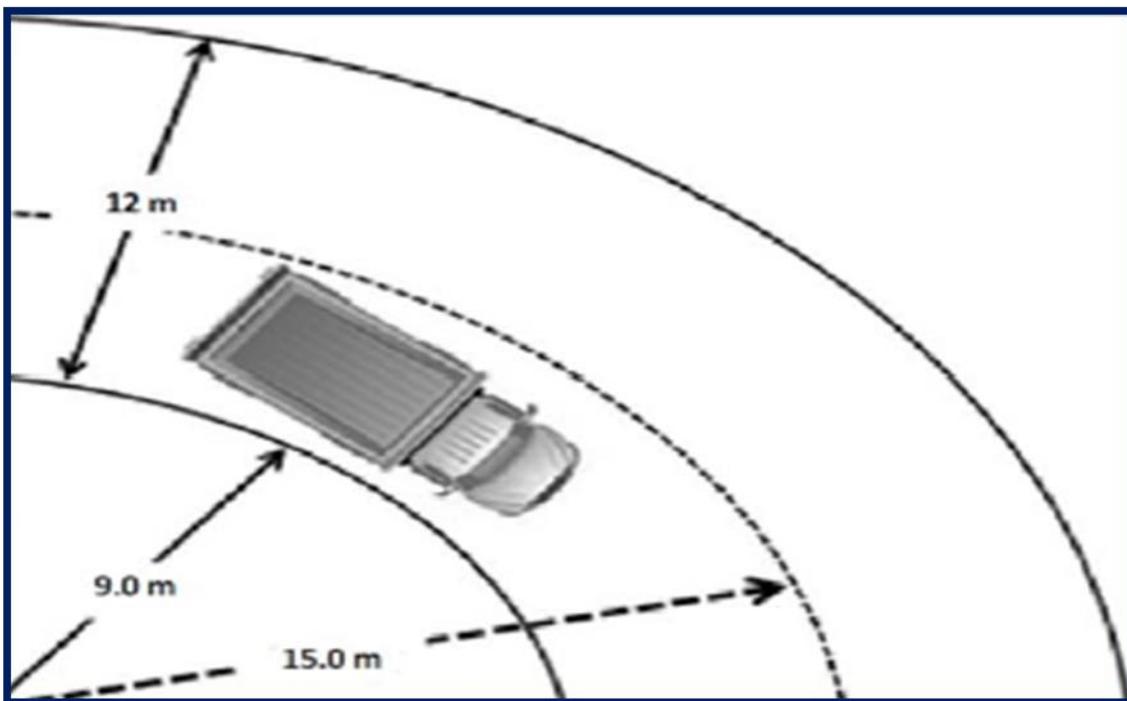
**Figura 15: Sección Típica – Ancho de Rampa.**

La figura nos muestra el ancho de rampa, en el cual se puede visualizar el tránsito de los volquetes en ambos sentidos, teniéndose un mínimo de 1.5 m de espacio entre carriles, además de tener una berma de 2 m de ancho y una altura de 1.5 m.



**Figura 16: Ancho de Minado Óptimo.**

La figura nos muestra el ancho de minado de las excavadoras, en donde se puede visualizar el minado que realiza, dejando 1 m hacia el talud por factores de seguridad.



**Figura 17: Radio de Giro de Volquetes.**

La figura nos muestra el radio de giro de los volquetes, los cuales tiene un

radio de giro interno de 9 m y un radio de giro externo de 15 m, además del ancho de rampa que es de 12 m. Se tiene en consideración estos radios debido al tránsito de los volquetes en las subidas y bajadas dentro del tajo.

## **5.6 DISEÑO DEL BOTADERO CONDORCAYÁN**

El botadero Condorcayán a nivel conceptual abarca un área aproximada de 100 hectáreas y ha sido diseñado para almacenar 72 Mm<sup>3</sup> (127,5 Mt) de desmonte de mina (ver Figuras 8 y 9 Vista en Planta y Secciones del Depósito de Desmontes Condorcayán). Esta capacidad se obtendrá considerando que este material será almacenado empleando un talud general de almacenamiento de 1,7H: 1V, en la fase siguiente se ampliará la capacidad de la desmontera y el ángulo del talud final será de 2,7H: 1V. El diseño contempla la instalación de un sistema de canales de derivación y coronación para evitar que las aguas de escorrentía entren en contacto con los desmontes.

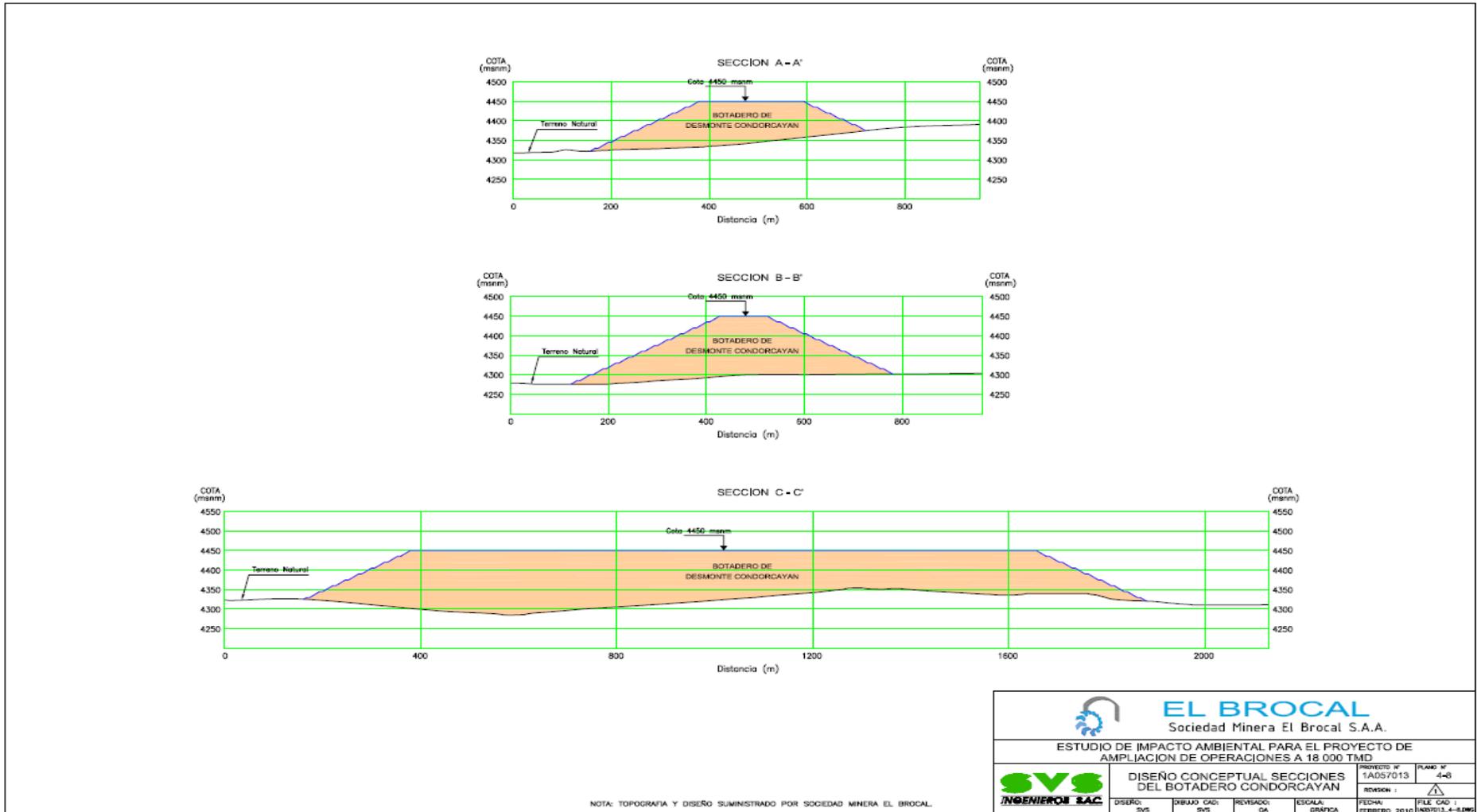


Figura 18: Secciones – Botadero Condorcayán.

## **CAPITULO VI**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **6.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO - INTERRELACION**

Las técnicas que nos permitieron el procesamiento y análisis de datos, se realizaron considerando las técnicas de conteo y tabulación de las muestras tomadas, empleando la media, moda y mediana, como parte de la estadística descriptiva en sus tres dimensiones de experimentación, asimismo se utilizaron las técnicas de la estadística de dispersión para los resultados de la varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y las medidas de asimetría (Coeficiente de Pearson). Igualmente se utilizó la estadística inferencial (Hipótesis nula " $H_0$ " y la Hipótesis Alternativa " $H_1$ "), con la regla de decisión y su respectivo intervalo de confianza del 95% ( $x = 0,5$  con un error de 5%) y su interpretación en base a los datos obtenidos.

Una vez obtenidos los datos, se procedió a analizar cada uno de ellos, atendiendo a los objetivos y variables de la investigación, de manera tal que se contrastó la hipótesis con variables y objetivos planteados, demostrando así la validez o invalidez de estas. Al final se formularon las conclusiones y sugerencias para mejorar la problemática investigada. En el cuadro se presentan los elementos estadísticos que se emplearon en la investigación.

°	ESTADÍGRAFOS	FÓRMULAS ESTADÍSTICAS	SÍMBOLOS
01	Media Aritmética de los datos agrupados.	$\bar{X} = \frac{\sum f \cdot x}{n}$	$\bar{X}$ = Media Aritmética. X = Valor Central o Punto Medio de cada clase. f = Frecuencia de cada clase. $\sum f \cdot x$ = Sumatoria de los productos de la frecuencia en cada clase multiplicada por el punto medio de ésta. n = Número total de frecuencias.
02	Desviación Estándar Muestral para datos agrupados.	$S = \sqrt{\frac{\sum f \cdot x^2 - \left(\frac{\sum f \cdot x}{n}\right)^2}{n-1}}$	S = Desviación estándar muestral. x = Punto medio de una clase. f = Frecuencias de clase. n = Número total de observaciones de la muestra.

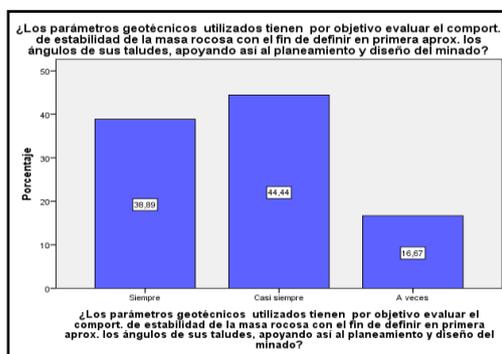
## 6.2. PRESENTACION, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### SECCIÓN N°01. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS – ENCUESTA.

01. ¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?.

Gráfico de Barras N° 01. ¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,7778
Mediana		2,0000
Moda		2,00
Desv. típ.		,72155
Varianza		,521
Asimetría		,366
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		31.10%



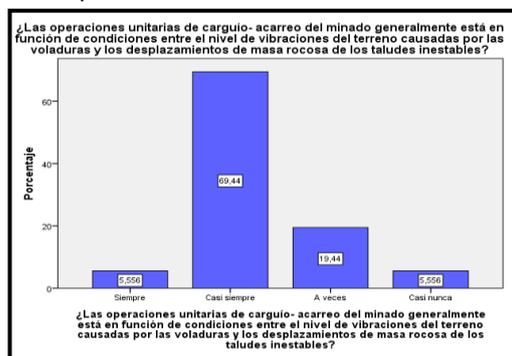
Cuadro Porcentual N° 01. ¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	14	38,9	38,9
	Casi siempre	16	44,4	83,3
	A veces	6	16,7	100,0
	Total	36	100,0	100,0

02. ¿Las operaciones unitarias de carguío y acarreo del minado generalmente está en función de las condiciones entre el nivel de las vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de la masa rocosa de los taludes inestables?.

Gráfico de Barras N° 02. ¿Las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		2,2500
Mediana		2,0000
Moda		2,00
Desv. típ.		,64918
Varianza		,421
Asimetría		1,037
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		27.08%



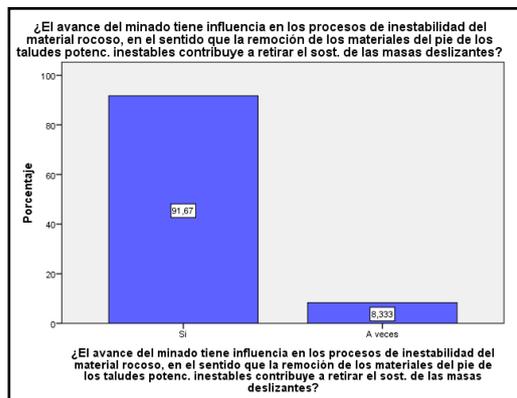
Cuadro Porcentual N° 02. ¿Las operaciones unitarias de carguío y acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	2	5,6	5,6
	Casi siempre	25	69,4	75,0
	A veces	7	19,4	94,4
	Casi nunca	2	5,6	100,0
	Total	36	100,0	100,0

03. ¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido de que la remoción de los materiales del pie de los taludes potencialmente inestables contribuye a retirar el sostenimiento de las masas deslizantes?.

Gráfico de Barras N° 03. ¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido de que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,1667
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,56061
Varianza		,314
Asimetría		3,148
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		33,76%



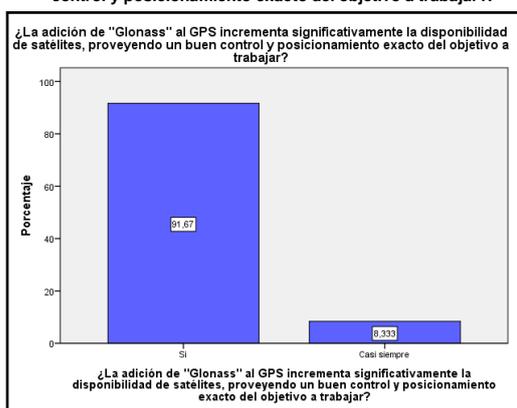
Cuadro Porcentual N° 03. ¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido de que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	33	91,7	91,7	91,7
A veces	3	8,3	8,3	100,0
Total	36	100,0	100,0	

04. ¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?.

Gráfico de Barras N° 04. ¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,2500
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,84092
Varianza		,707
Asimetría		3,148
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		32,32%



Cuadro Porcentual N° 04. ¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?.

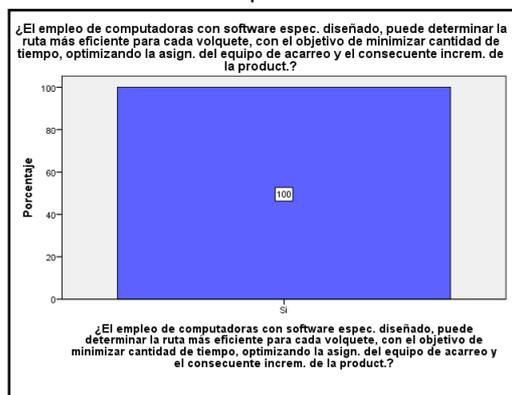
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	33	91,7	91,7	91,7
Casi siempre	3	8,3	8,3	100,0
Total	36	100,0	100,0	

05. ¿El empleo de computadoras con software especialmente diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar la cantidad de tiempo en espera, optimizando la asignación del equipo de acarreo y el consecuente incremento de la productividad?.

Gráfico de Barras N° 05. ¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?.

Estadísticos N° 05.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,0000
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,00000
Varianza		,000
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		34.59%



Cuadro Porcentual N° 05. ¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?.

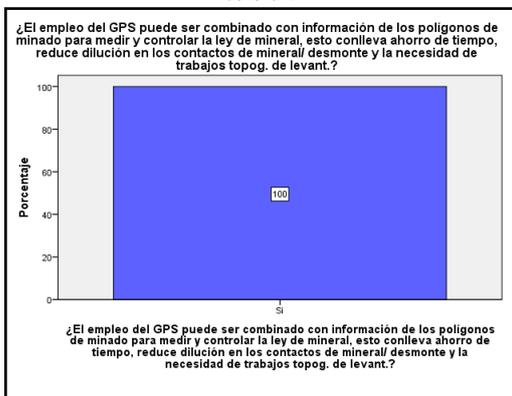
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	36	100,0	100,0	100,0

06. ¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva al ahorro de tiempo, reduce la dilución en los contactos de mineral / desmonte y la necesidad de trabajos topográficos de levantamiento?.

Gráfico de Barras N° 06. ¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?.

Estadísticos N° 06.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,0000
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,00000
Varianza		,000
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		29.48%



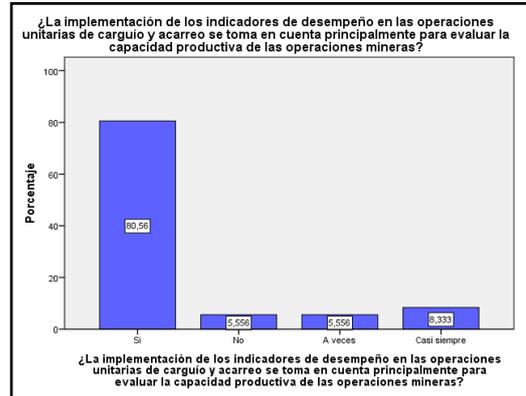
Cuadro Porcentual N° 06. ¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Si	36	100,0	100,0	100,0

**07. ¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?.**

Gráfico de Barras N° 07. ¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?.

Estadísticos N° 07.		
N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,4167
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,93732
Varianza		,879
Asimetría		2,129
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		32.81%



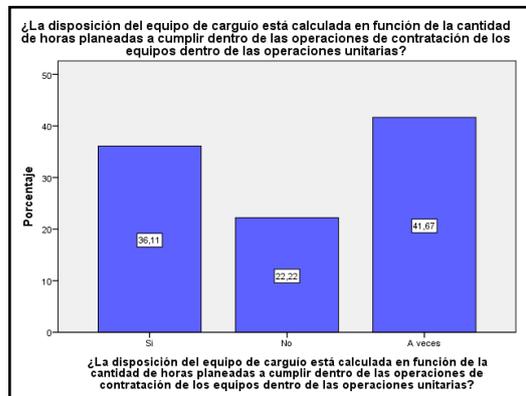
**Cuadro Porcentual N° 07. ¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
Si	29	80,6	80,6	80,6
No	2	5,6	5,6	86,1
A veces	2	5,6	5,6	91,7
Casi siempre	3	8,3	8,3	100,0
Total	36	100,0	100,0	

**08. ¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?.**

Gráfico de Barras N° 08. ¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?.

Estadísticos N° 08.		
N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		2,0556
Mediana		2,0000
Moda		3,00
Desv. típ.		,89265
Varianza		,797
Asimetría		-,113
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		28.17%



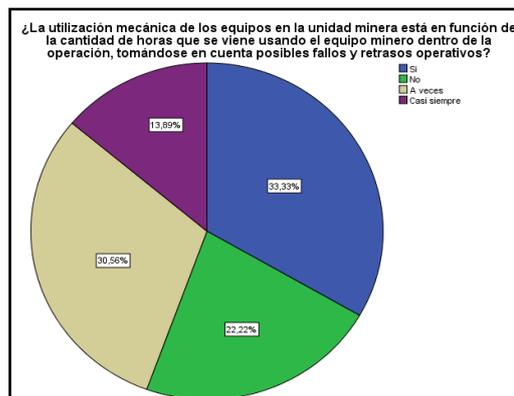
**Cuadro Porcentual N° 08. ¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
Si	13	36,1	36,1	36,1
No	8	22,2	22,2	58,3
A veces	15	41,7	41,7	100,0
Total	36	100,0	100,0	

**09. ¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?.**

**Gráfico Circular N° 09. ¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?.**

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		2,2500
Mediana		2,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		1,07902
Varianza		1,164
Asimetría		,190
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		33,77%



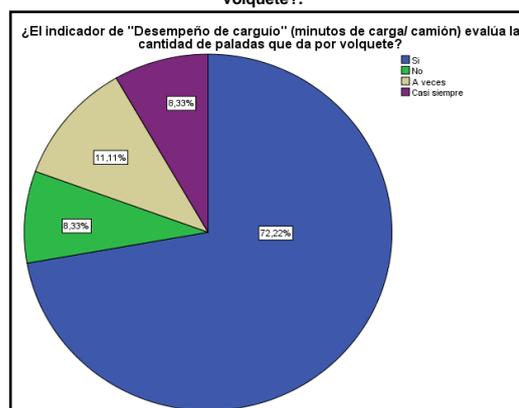
**Cuadro Porcentual N° 09. ¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	12	33,3	33,3	33,3
No	8	22,2	22,2	55,6
Válidos A veces	11	30,6	30,6	86,1
Casi siempre	5	13,9	13,9	100,0
Total	36	100,0	100,0	

**10. ¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?.**

**Gráfico Circular N° 10. ¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?.**

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,5556
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,99841
Varianza		,997
Asimetría		1,571
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		35,32%



**Cuadro Porcentual N° 10. ¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?.**

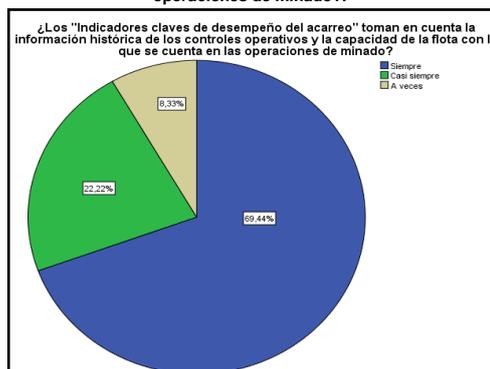
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	26	72,2	72,2	72,2
No	3	8,3	8,3	80,6
Válidos A veces	4	11,1	11,1	91,7
Casi siempre	3	8,3	8,3	100,0
Total	36	100,0	100,0	

11. ¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?.

Gráfico Circular N° 11. ¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?.

Estadísticos N° 11.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,3889
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,64488
Varianza		,416
Asimetría		1,455
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		32.28%



Cuadro Porcentual N° 11. ¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?.

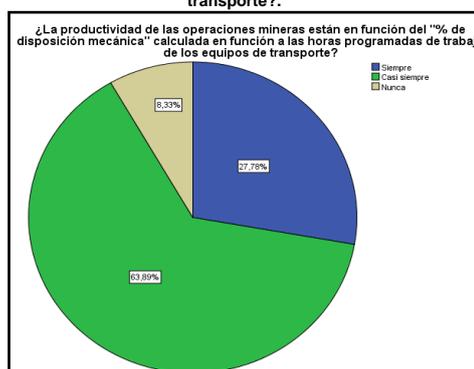
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	25	69,4	69,4
	Casi siempre	8	22,2	91,7
	A veces	3	8,3	100,0
	Total	36	100,0	100,0

12. ¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?.

Gráfico Circular N° 12. ¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?.

Estadísticos N° 12.

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,9722
Mediana		2,0000
Moda		2,00
Desv. típ.		1,02779
Varianza		1,056
Asimetría		2,064
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		27.74%



Cuadro Porcentual N° 12. ¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?.

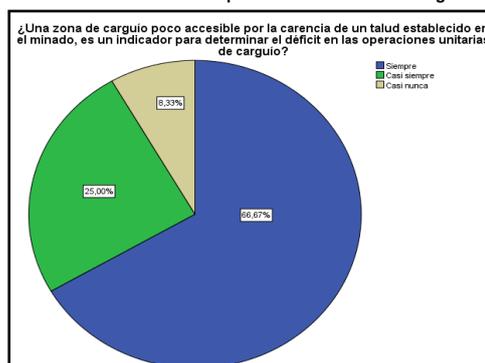
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	10	27,8	27,8
	Casi siempre	23	63,9	91,7
	Nunca	3	8,3	100,0
	Total	36	100,0	100,0

13. ¿Una zona de carguío poco accesible por la carencia de un talud establecido en el minado, es un indicador para determinar el déficit en las operaciones unitarias de carguío?.

**Estadísticos N° 13.**

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,5000
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,87831
Varianza		,771
Asimetría		2,009
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		35.95%

**Gráfico Circular N° 13.** ¿Una zona de carguío poco accesible por la carencia de un talud establecido en el minado, es un indicador para determinar el déficit en las operaciones unitarias de carguío?.



**Cuadro Porcentual N° 13.** ¿Una zona de carguío poco accesible por la carencia de un talud establecido en el minado, es un indicador para determinar el déficit en las operaciones unitarias de carguío?.

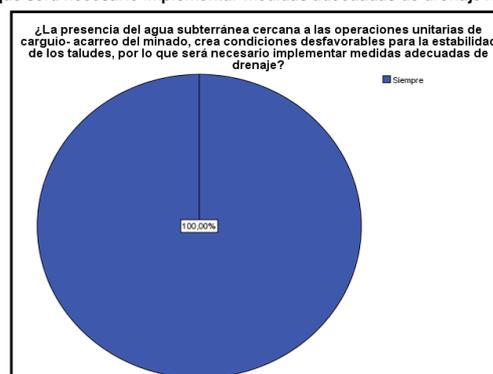
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	24	66,7	66,7
	Casi siempre	9	25,0	91,7
	Casi nunca	3	8,3	100,0
	Total	36	100,0	100,0

14. La presencia del agua subterránea cercana a las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado, crea condiciones desfavorables para la estabilidad de los taludes, por lo que será necesario implementar medidas adecuadas de drenaje?.

**Estadísticos N° 14.**

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,0000
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,00000
Varianza		,000
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		33.47%

**Gráfico Circular N° 14.** ¿La presencia del agua subterránea cercana a las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado, crea condiciones desfavorables para la estabilidad de los taludes, por lo que será necesario implementar medidas adecuadas de drenaje?.



**Cuadro Porcentual N° 14.** ¿La presencia del agua subterránea cercana a las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado, crea condiciones desfavorables para la estabilidad de los taludes, por lo que será necesario implementar medidas adecuadas de drenaje?.

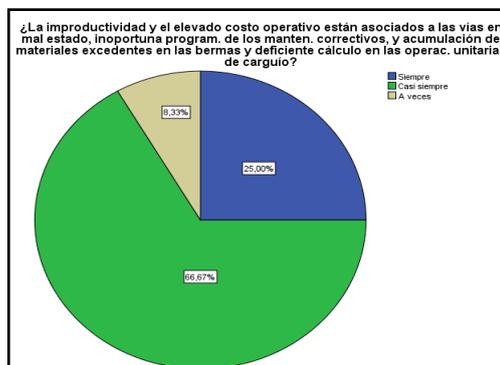
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Siempre	36	100,0	100,0	100,0

**15. ¿La improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío (Vb, FM, y FOc)?.**

Gráfico Circular N° 15. ¿La improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío?

**Estadísticos N° 15.**

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,8333
Mediana		2,0000
Moda		2,00
Desv. típ.		,56061
Varianza		,314
Asimetría		-,057
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		32,49%



**Cuadro Porcentual N° 15. ¿La improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío?**

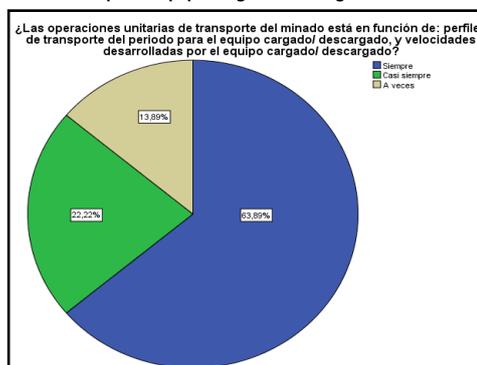
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	9	25,0	25,0
	Casi siempre	24	66,7	91,7
	A veces	3	8,3	100,0
	Total	36	100,0	100,0

**16. ¿Las operaciones unitarias de transporte del minado está en función de: perfiles de transporte del periodo para el equipo cargado/ descargado, y velocidades desarrolladas por el equipo cargado/ descargado?.**

Gráfico Circular N° 16. ¿Las operaciones unitarias de transporte del minado está en función de: perfiles de transporte del periodo para el equipo cargado/ descargado, y velocidades desarrolladas por el equipo cargado/ descargado?.

**Estadísticos N° 16.**

N	Válidos	36
	Perdidos	0
Media		1,5000
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,73679
Varianza		,543
Asimetría		1,135
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		33,68%



**Cuadro Porcentual N° 16. ¿Las operaciones unitarias de transporte del minado está en función de: perfiles de transporte del periodo para el equipo cargado/ descargado, y velocidades desarrolladas por el equipo cargado/ descargado?.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Siempre	23	63,9	63,9
	Casi siempre	8	22,2	86,1
	A veces	5	13,9	100,0
	Total	36	100,0	100,0

**6.2.1. ANÁLISIS DE FIABILIDAD Y CORRELACIÓN DE LOS RESULTADOS.**  
**SECCIÓN N° 01. FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ENCUESTA.**

**A. ALFA DE CRONBACH**

**Escala: TODAS LAS VARIABLES**

**Resumen del procesamiento de los casos**

		N	%
Casos	Válidos	36	100,0
	Excluidos	0	,0
	Total	36	100,0

**Estadísticos de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,617	16

**Estadísticos de los elementos**

	Media	Desviación típica	N
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	1,7778	,72155	36
¿Las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	2,2500	,64918	36
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	1,1667	,56061	36
¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?	1,2500	,84092	36
¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	1,0000	,00000	36
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	1,0000	,00000	36
¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	1,4167	,93732	36

**Estadísticos de los elementos**

	Media	Desviación típica	N
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	2,0556	,89265	36
¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	2,2500	1,07902	36
¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	1,5556	,99841	36
¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	1,3889	,64488	36
¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?	1,9722	1,02779	36
¿Una zona de carguío poco accesible por la carencia de un talud establecido en el minado, es un indicador para determinar el déficit en las operaciones unitarias de carguío?	1,5000	,87831	36
¿La presencia del agua subterránea cercana a las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado, crea condiciones desfavorables para la estabilidad de los taludes, por lo que será necesario implementar medidas adecuadas de drenaje?	1,0000	,00000	36
¿La improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna program. de los manten. correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operac. unitarias de carguío?	1,8333	,56061	36
¿Las operaciones unitarias de transporte del minado está en función de: perfiles de transporte del periodo para el equipo cargado/ descargado, y velocidades desarrolladas por el equipo cargado/ descargado?	1,5000	,73679	36

## B. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES (CORRELACIÓN DE PEARSON)

### Correlaciones

		¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	1	-,366 ,028	,094 ,585	,094 ,585
	N	36	36	36	36
¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,366 ,028	1	-,118 ,494	-,118 ,494
	N	36	36	36	36
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Correlación de Pearson	,094	-,118	1	1,000

		¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.	.	,056 ,744	-,069 ,689
	N	36	36	36	36
¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.	.	-,176 ,304	-,074 ,668
	N	36	36	36	36
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Correlación de Pearson	.	.	-,136	-,362

		¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	¿El indicador de "Desempeño de carguo" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	-,147 ,393  36	-,141 ,412  36	,437 ,008  36	-,317 ,060  36
¿Las operaciones unitarias de carguo- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	-,051 ,768  36	,353 ,035  36	-,239 ,161  36	-,161 ,349  36
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Correlación de Pearson	,213	-,170	-,184	,008

		¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	¿Las operaciones unitarias de carguo- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Sig. (bilateral)  N	,585  36	,494  36	,000  36	,000  36
¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	,094 ,585  36	-,118 ,494  36	1,000 ,000  36	1  36
¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	. .  36	. .  36	. .  36	. .  36

		¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Sig. (bilateral)  N	36	36	,429	,030
¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	.	.	-,136 ,429	-,362 ,030
¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	.	.	.	.
		36	36	36	36

		¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	¿La productividad de las operaciones mineras está en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Sig. (bilateral)  N	,213	,321	,282	,962
¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	,213 ,213	-,170 ,321	-,184 ,282	,008 ,962
¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	.	.	.	.
		36	36	36	36

		¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	¿Las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.	.	.	.
	N	36	36	36	36
¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	,056 ,744	-,176 ,304	-,136 ,429	-,136 ,429
	N	36	36	36	36
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	-,069 ,689	-,074 ,668	-,362 ,030	-,362 ,030

		¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.	.	.	.
	N	36	36	36	36
¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.	.	1	,211 ,218
	N	36	36	36	36
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)	.	.	,211 ,218	1

		¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	. . 36	. . 36	. . 36	. . 36
¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	,233 ,171 36	-,132 ,442 36	,670 ,000 36	-,314 ,062 36
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	Correlación de Pearson  Sig. (bilateral)	,311  ,064	,413  ,012	,358  ,032	-,372  ,025

		¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	¿Las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	N	36	36	36	36
¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	-,147 ,393 36	-,051 ,768 36	,213 ,213 36	,213 ,213 36
¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	-,141 ,412 36	,353 ,035 36	-,170 ,321 36	-,170 ,321 36
¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral)  N	,437 ,008 36	-,239 ,161 36	-,184 ,282 36	-,184 ,282 36

	¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	N 36	36	36	36
¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N 36	.	.	,233 ,171 36
¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N 36	.	.	-,132 ,442 36
¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N 36	.	.	,670 ,000 36

### C. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS DE LAS VARIABLES

#### Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	36	1,7778	,72155	1,00	3,00
¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	36	2,2500	,64918	1,00	4,00
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	36	1,1667	,56061	1,00	3,00
¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?	36	1,2500	,84092	1,00	4,00
¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	36	1,0000	,00000	1,00	1,00
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	36	1,0000	,00000	1,00	1,00
¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	36	1,4167	,93732	1,00	4,00

¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	36	2,0556	,89265	1,00	3,00
¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	36	2,2500	1,07902	1,00	4,00
¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	36	1,5556	,99841	1,00	4,00
¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	36	1,3889	,64488	1,00	3,00
¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?	36	1,9722	1,02779	1,00	5,00

## D. PRUEBA DE CHI-CUADRADO

### Frecuencias

**¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?**

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	14	12,0	2,0
Casi siempre	16	12,0	4,0
A veces	6	12,0	-6,0
Total	36		

**¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?**

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	2	9,0	-7,0
Casi siempre	25	9,0	16,0
A veces	7	9,0	-2,0
Casi nunca	2	9,0	-7,0
Total	36		

**¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	33	18,0	15,0
A veces	3	18,0	-15,0
Total	36		

**¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	33	18,0	15,0
Casi siempre	3	18,0	-15,0
Total	36		

**¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	36	36,0	,0
Total	36		

**¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmante y la necesidad de trabajos topog. de levant.?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	36	36,0	,0
Total	36		

**¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	29	9,0	20,0
No	2	9,0	-7,0
A veces	2	9,0	-7,0
Casi siempre	3	9,0	-6,0
Total	36		

**¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	13	12,0	1,0
No	8	12,0	-4,0
A veces	15	12,0	3,0
Total	36		

**¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	12	9,0	3,0
No	8	9,0	-1,0
A veces	11	9,0	2,0
Casi siempre	5	9,0	-4,0
Total	36		

**¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?**

	N observado	N esperado	Residual
Si	26	9,0	17,0
No	3	9,0	-6,0
A veces	4	9,0	-5,0
Casi siempre	3	9,0	-6,0
Total	36		

**¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?**

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	25	12,0	13,0
Casi siempre	8	12,0	-4,0
A veces	3	12,0	-9,0
Total	36		

**¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?**

	N observado	N esperado	Residual
Siempre	10	12,0	-2,0
Casi siempre	23	12,0	11,0
Nunca	3	12,0	-9,0
Total	36		

#### Estadísticos de contraste

	¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	¿Las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento o exacto del objetivo a trabajar?	¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?
Chi-cuadrado	4,667	39,778	25,000	25,000	59,333	2,167
gl	2	3	1	1	3	2
Sig. asintót.	,097	,000	,000	,000	,000	,338

#### Estadísticos de contraste

	¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?
Chi-cuadrado	3,333	42,889	22,167	17,167
gl	3	3	2	2
Sig. asintót.	,343	,000	,000	,000

## E.ESTIMACIÓN CURVILÍNEA DE LAS VARIABLES

### Resumen del procesamiento de los casos

	N
Total de casos	36
Casos excluidos	0
Casos pronosticados	0
Casos creados nuevos	0

### Resumen del procesamiento de las variables

	Variables			
	Dependiente			
	¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?	¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?
Número de valores positivos	36	36	36	36
Número de ceros	0	0	0	0
Número de valores negativos	0	0	0	0
Número de valores perdidos	0	0	0	0
Perdidos definidos por el usuario	0	0	0	0
Perdidos del sistema	0	0	0	0

### Resumen del procesamiento de las variables

	Variables			
	Dependiente			
	¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?
Número de valores positivos	36	36	36	36
Número de ceros	0	0	0	0
Número de valores negativos	0	0	0	0
Número de valores perdidos	0	0	0	0
Perdidos definidos por el usuario	0	0	0	0
Perdidos del sistema	0	0	0	0

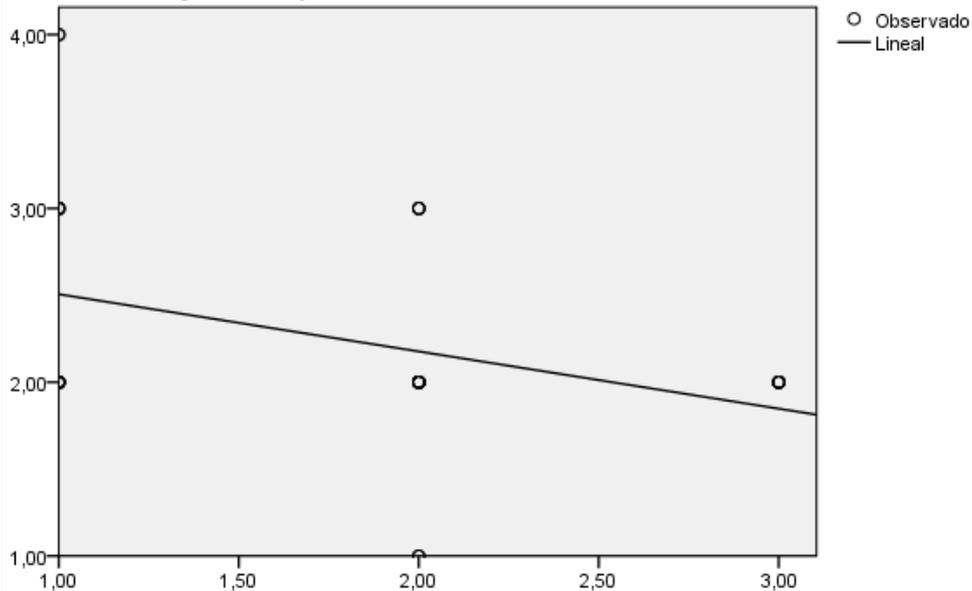
### Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Variable dependiente: ¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	,134	5,258	1	34	,028	2,835	-,329

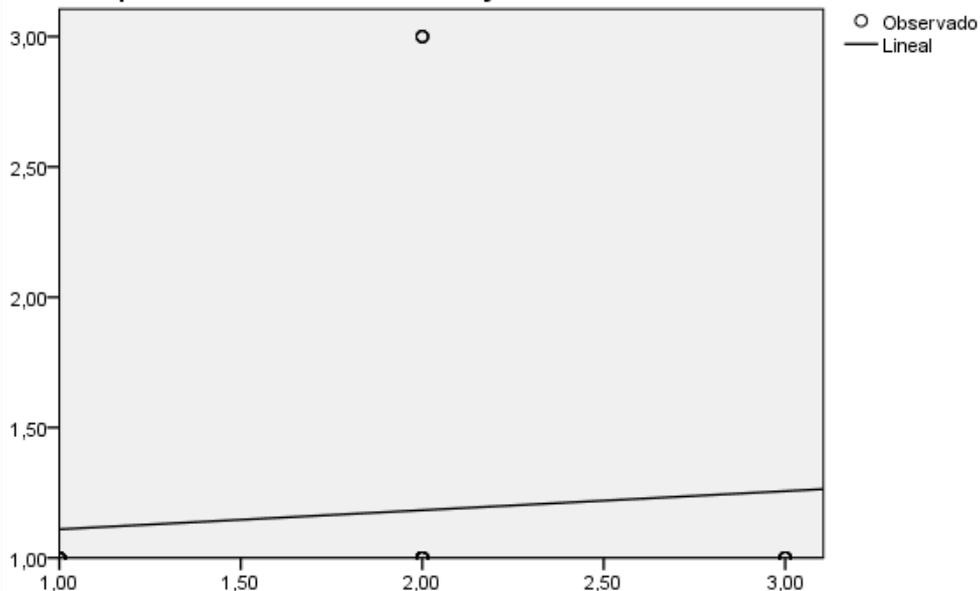
## DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN:

¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?



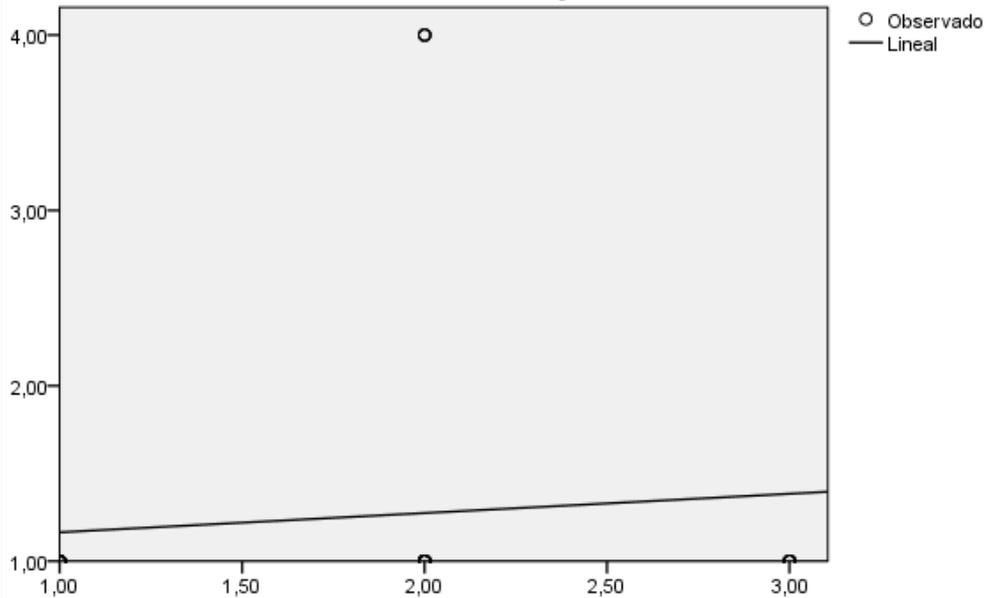
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?

¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?



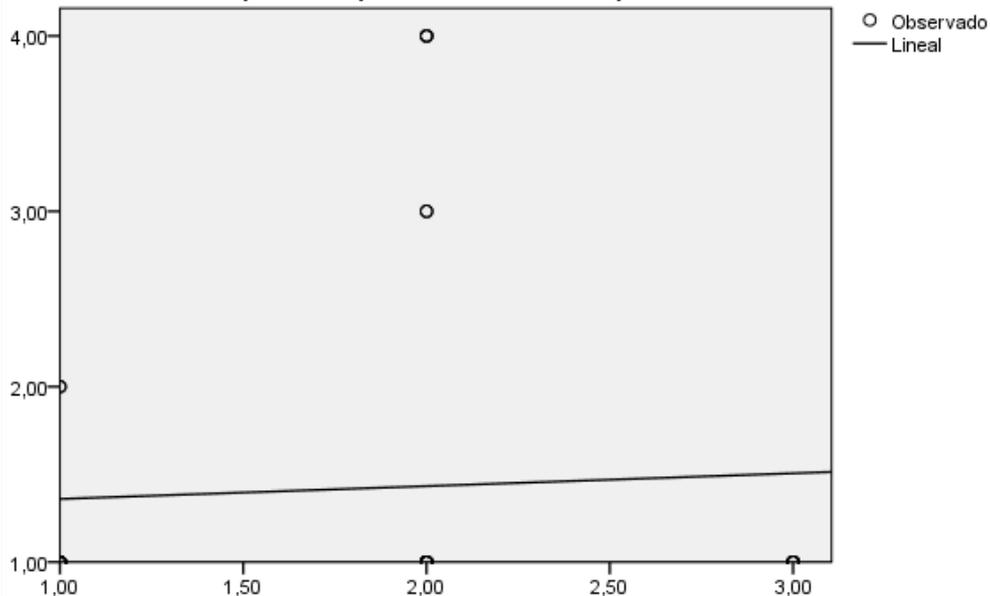
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?

**¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?**



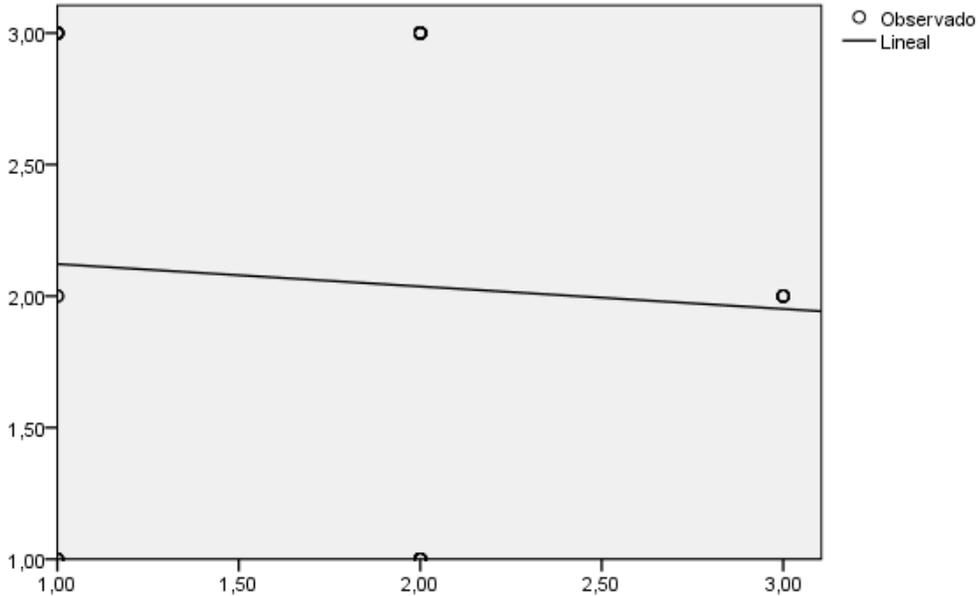
**¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?**

**¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?**



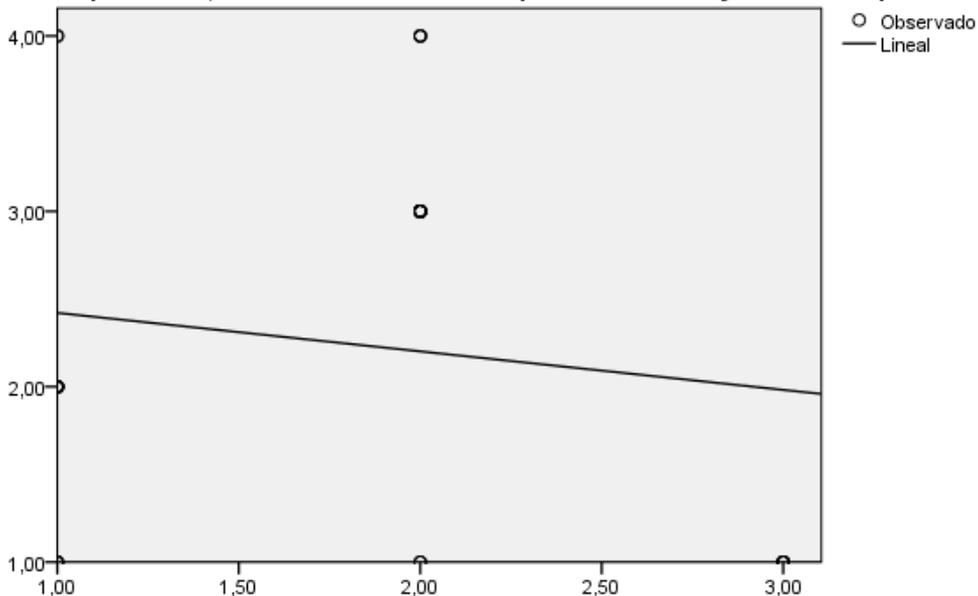
**¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?**

**¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?**



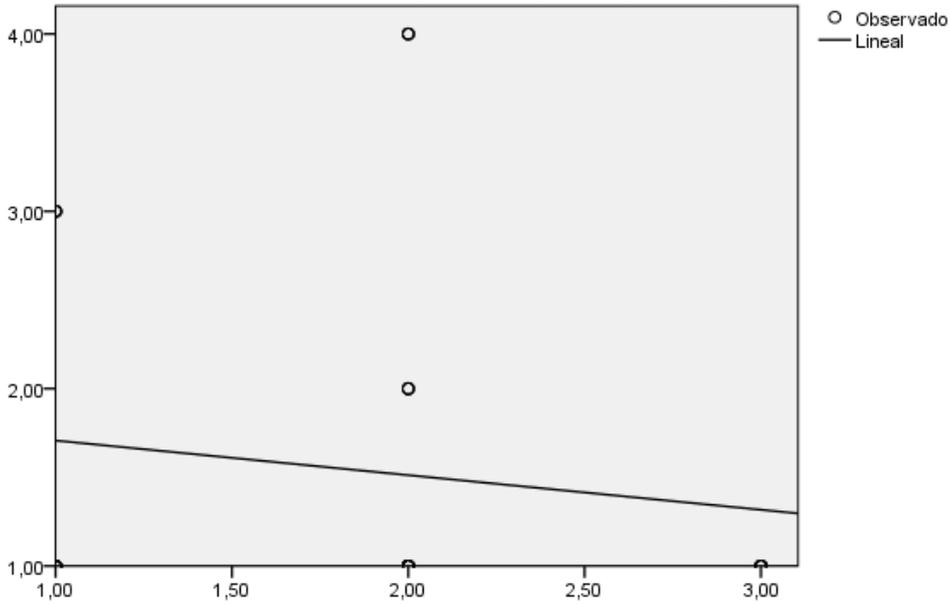
**¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?**

**¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?**



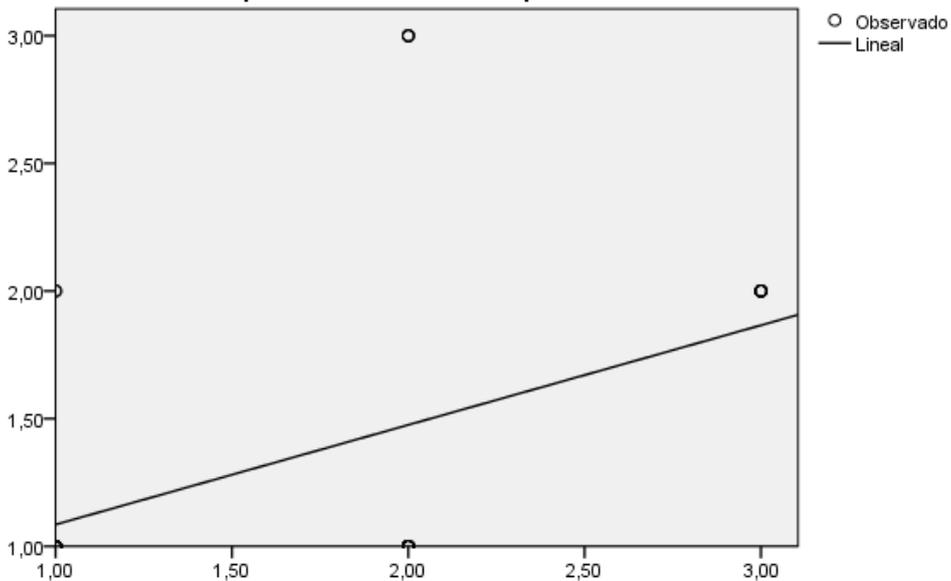
**¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?**

¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?



¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?

¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?

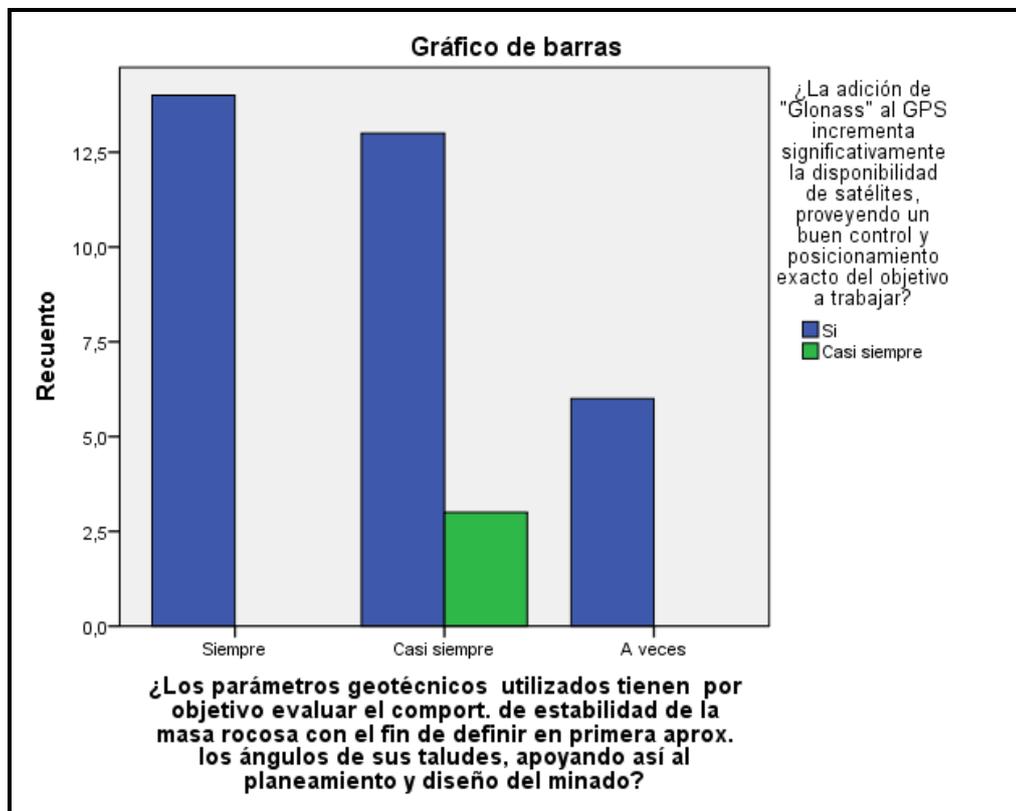


¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?

## 6.2.2. TABLAS DE CONTINGENCIA DE LOS RESULTADOS

Tabla de contingencia ¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado? \* ¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?

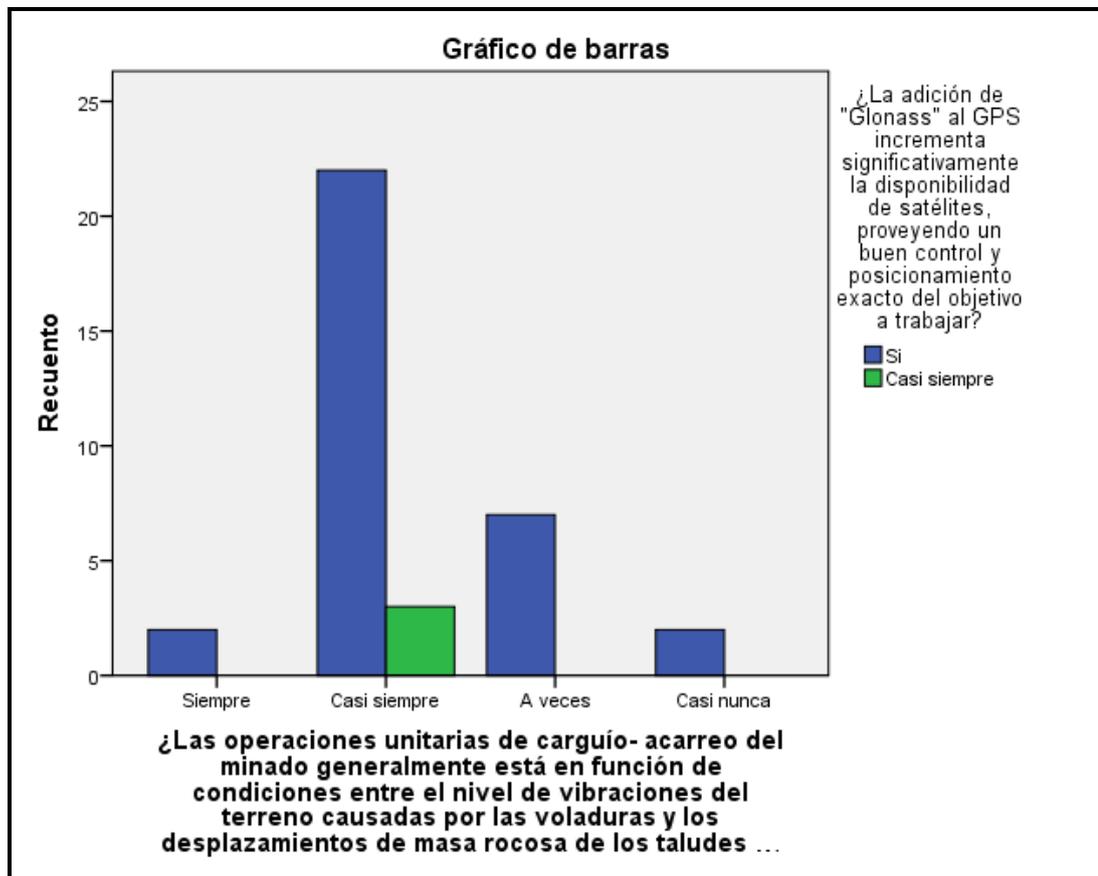
Recuento		¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?		Total
		Si	Casi siempre	
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	Siempre	14	0	14
	Casi siempre	13	3	16
	A veces	6	0	6
Total		33	3	36



**Tabla de contingencia ¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables? \* ¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?**

Recuento

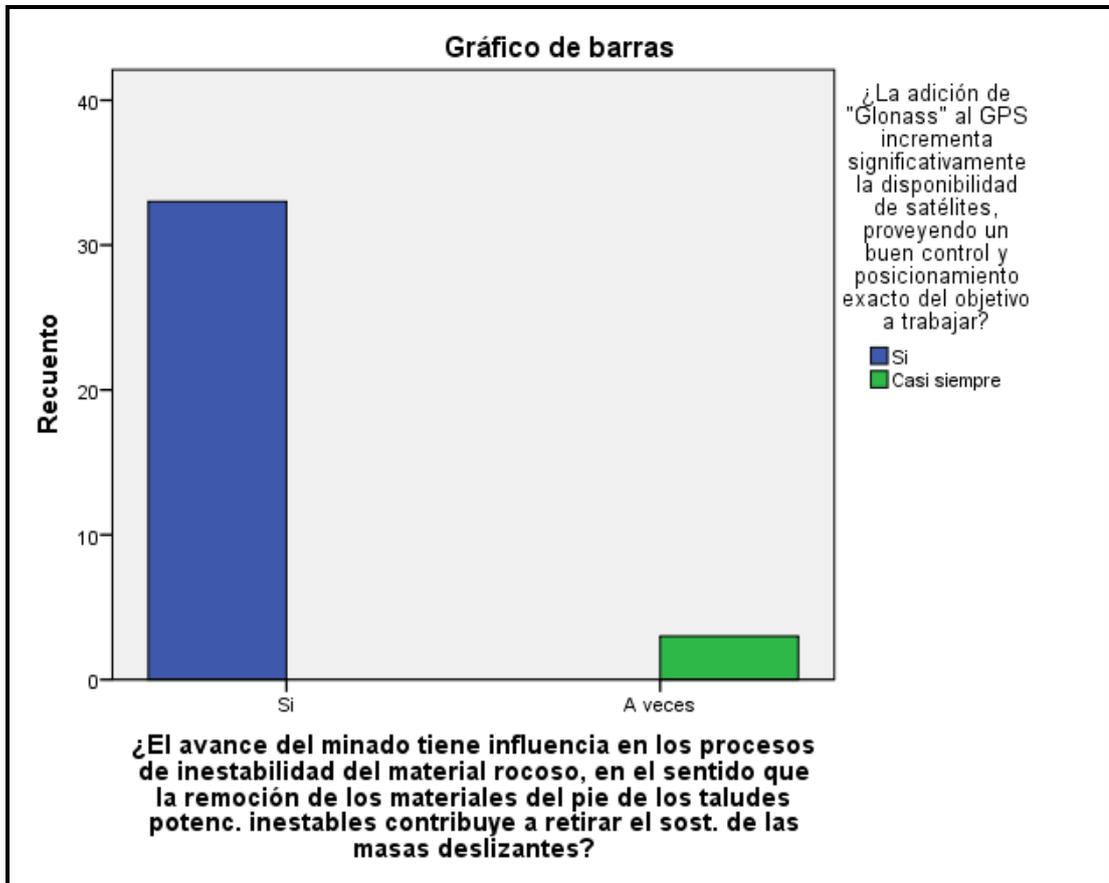
		¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?		Total
		Si	Casi siempre	
¿Las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	Siempre	2	0	2
	Casi siempre	22	3	25
	A veces	7	0	7
	Casi nunca	2	0	2
Total		33	3	36



**Tabla de contingencia ¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes? \* ¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?**

Recuento

		¿La adición de "Glonass" al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?		Total
		Si	Casi siempre	
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Si	33	0	33
	A veces	0	3	3
Total		33	3	36



### 6.2.3. CONSOLIDADO DE LOS RESULTADOS – FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

#### CONSOLIDADO

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%
						Límite inferior
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	Si	33	1,7576	,75126	,13078	1,4912
	Casi siempre	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000
	Total	36	1,7778	,72155	,12026	1,5336
¿Las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	Si	33	2,2727	,67420	,11736	2,0337
	Casi siempre	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000
	Total	36	2,2500	,64918	,10820	2,0304
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Si	33	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Casi siempre	3	3,0000	,00000	,00000	3,0000
	Total	36	1,1667	,56061	,09344	,9770
¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	Si	33	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	1,0000	,00000	,00000	1,0000

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%
						Límite inferior
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	Si	33	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	1,0000	,00000	,00000	1,0000
¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	Si	33	1,4545	,97118	,16906	1,1102
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	1,4167	,93732	,15622	1,0995
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	Si	33	2,1515	,87039	,15152	1,8429
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	2,0556	,89265	,14878	1,7535
¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	Si	33	2,1818	1,10268	,19195	1,7908
	Casi siempre	3	3,0000	,00000	,00000	3,0000
	Total	36	2,2500	1,07902	,17984	1,8849
¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	Si	33	1,6061	1,02894	,17912	1,2412
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	1,5556	,99841	,16640	1,2177

		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%
		Límite inferior				
¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	Si	33	1,4242	,66287	,11539	1,1892
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	1,3889	,64488	,10748	1,1707
¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?	Si	33	1,9697	1,07485	,18711	1,5886
	Casi siempre	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000
	Total	36	1,9722	1,02779	,17130	1,6245
¿Una zona de carguío poco accesible por la carencia de un talud establecido en el minado, es un indicador para determinar el déficit en las operaciones unitarias de carguío?	Si	33	1,5455	,90453	,15746	1,2247
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	1,5000	,87831	,14639	1,2028
¿La presencia del agua subterránea cercana a las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado, crea condiciones desfavorables para la estabilidad de los taludes, por lo que será necesario implementar medidas adecuadas de drenaje?	Si	33	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Casi siempre	3	1,0000	,00000	,00000	1,0000
	Total	36	1,0000	,00000	,00000	1,0000
¿La improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna program. de los manten. correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operac. unitarias de carguío?	Si	33	1,8182	,58387	,10164	1,6111
	Casi siempre	3	2,0000	,00000	,00000	2,0000
	Total	36	1,8333	,56061	,09344	1,6436

## 6.2.4. FACTOR ANOVA – FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comport. de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aprox. los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?	Inter-grupos	,162	1	,162	,304	,585
	Intra-grupos	18,061	34	,531		
	Total	18,222	35			
¿Las operaciones unitarias de carguío-acarreo del minado generalmente está en función de condiciones entre el nivel de vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de masa rocosa de los taludes inestables?	Inter-grupos	,205	1	,205	,478	,494
	Intra-grupos	14,545	34	,428		
	Total	14,750	35			
¿El avance del minado tiene influencia en los procesos de inestabilidad del material rocoso, en el sentido que la remoción de los materiales del pie de los taludes potenc. inestables contribuye a retirar el sost. de las masas deslizantes?	Inter-grupos	11,000	1	11,000	.	.
	Intra-grupos	,000	34	,000		
	Total	11,000	35			
¿El empleo de computadoras con software espec. diseñado, puede determinar la ruta más eficiente para cada volquete, con el objetivo de minimizar cantidad de tiempo, optimizando la asign. del equipo de acarreo y el consecuente increm. de la product.?	Inter-grupos	,000	1	,000	.	.
	Intra-grupos	,000	34	,000		
	Total	,000	35			
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	Inter-grupos	,000	1	,000	.	.

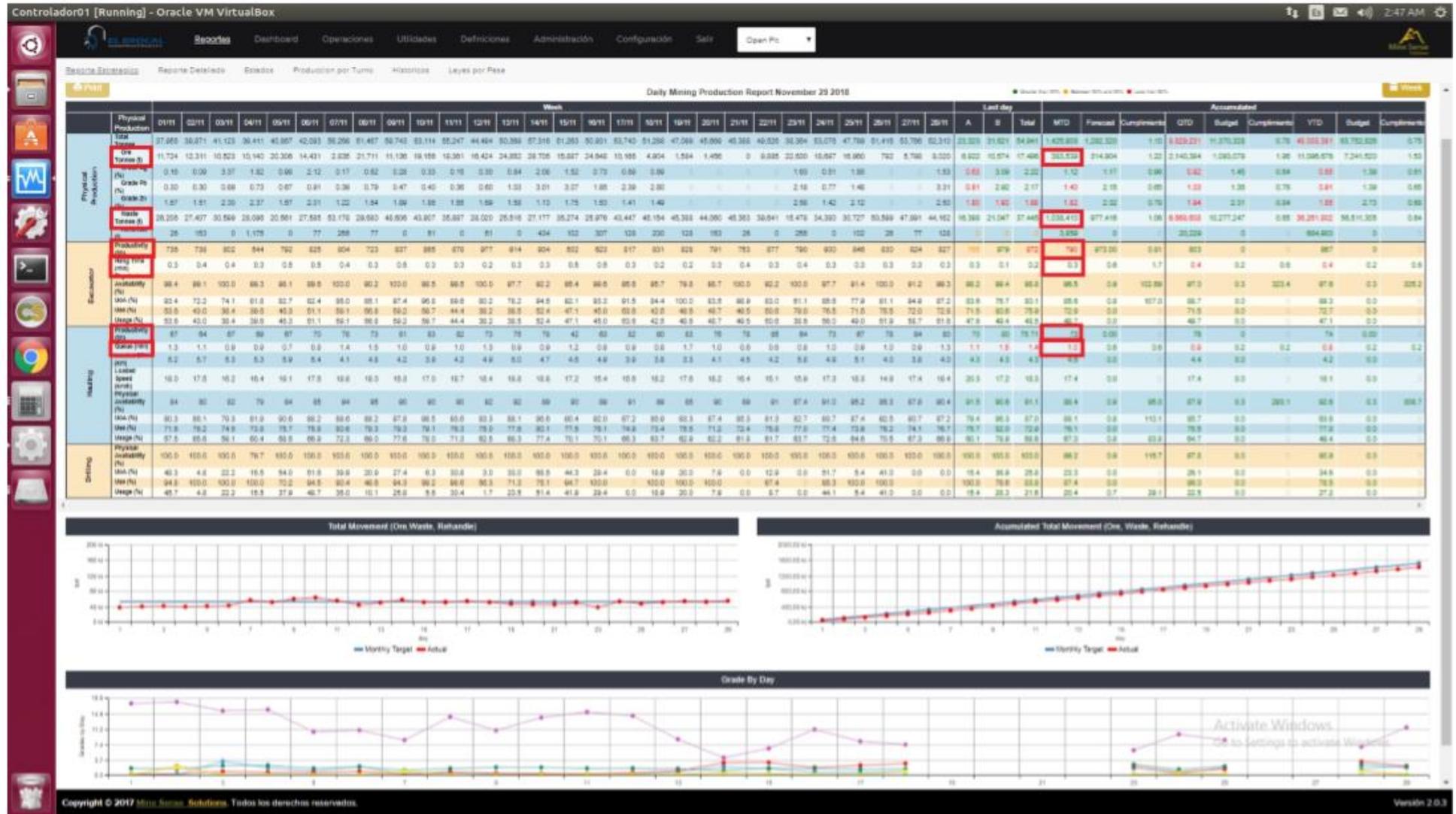
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva ahorro de tiempo, reduce dilución en los contactos de mineral/ desmonte y la necesidad de trabajos topog. de levant.?	Intra-grupos	,000	34	,000		
	Total	,000	35			
¿La implementación de los indicadores de desempeño en las operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?	Inter-grupos	,568	1	,568	,640	,429
	Intra-grupos	30,182	34	,888		
	Total	30,750	35			
¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias?	Inter-grupos	3,646	1	3,646	5,114	,030
	Intra-grupos	24,242	34	,713		
	Total	27,889	35			
¿La utilización mecánica de los equipos en la unidad minera está en función de la cantidad de horas que se viene usando el equipo minero dentro de la operación, tomándose en cuenta posibles fallos y retrasos operativos?	Inter-grupos	1,841	1	1,841	1,609	,213
	Intra-grupos	38,909	34	1,144		
	Total	40,750	35			
¿El indicador de "Desempeño de carguío" (minutos de carga/ camión) evalúa la cantidad de paladas que da por volquete?	Inter-grupos	1,010	1	1,010	1,014	,321
	Intra-grupos	33,879	34	,996		
	Total	34,889	35			
¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	Inter-grupos	,495	1	,495	1,197	,282
	Intra-grupos	14,061	34	,414		

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?	Total	14,556	35		
¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?	Inter-grupos	,003	1	,003	,002
	Intra-grupos	36,970	34	1,087	,962
	Total	36,972	35		
¿Una zona de carguío poco accesible por la carencia de un talud establecido en el minado, es un indicador para determinar el déficit en las operaciones unitarias de carguío?	Inter-grupos	,818	1	,818	1,062
	Intra-grupos	26,182	34	,770	,310
	Total	27,000	35		
¿La presencia del agua subterránea cercana a las operaciones unitarias de carguío- acarreo del minado, crea condiciones desfavorables para la estabilidad de los taludes, por lo que será necesario implementar medidas adecuadas de drenaje?	Inter-grupos	,000	1	,000	.
	Intra-grupos	,000	34	,000	.
	Total	,000	35		
¿La improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna program. de los manten. correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operac. unitarias de carguío?	Inter-grupos	,091	1	,091	,283
	Intra-grupos	10,909	34	,321	,598
	Total	11,000	35		
¿Las operaciones unitarias de transporte del minado está en función de: perfiles de transporte del periodo para el equipo cargado/ descargado.	Inter-grupos	,818	1	,818	1,530
	Intra-grupos	18,182	34	,535	,225

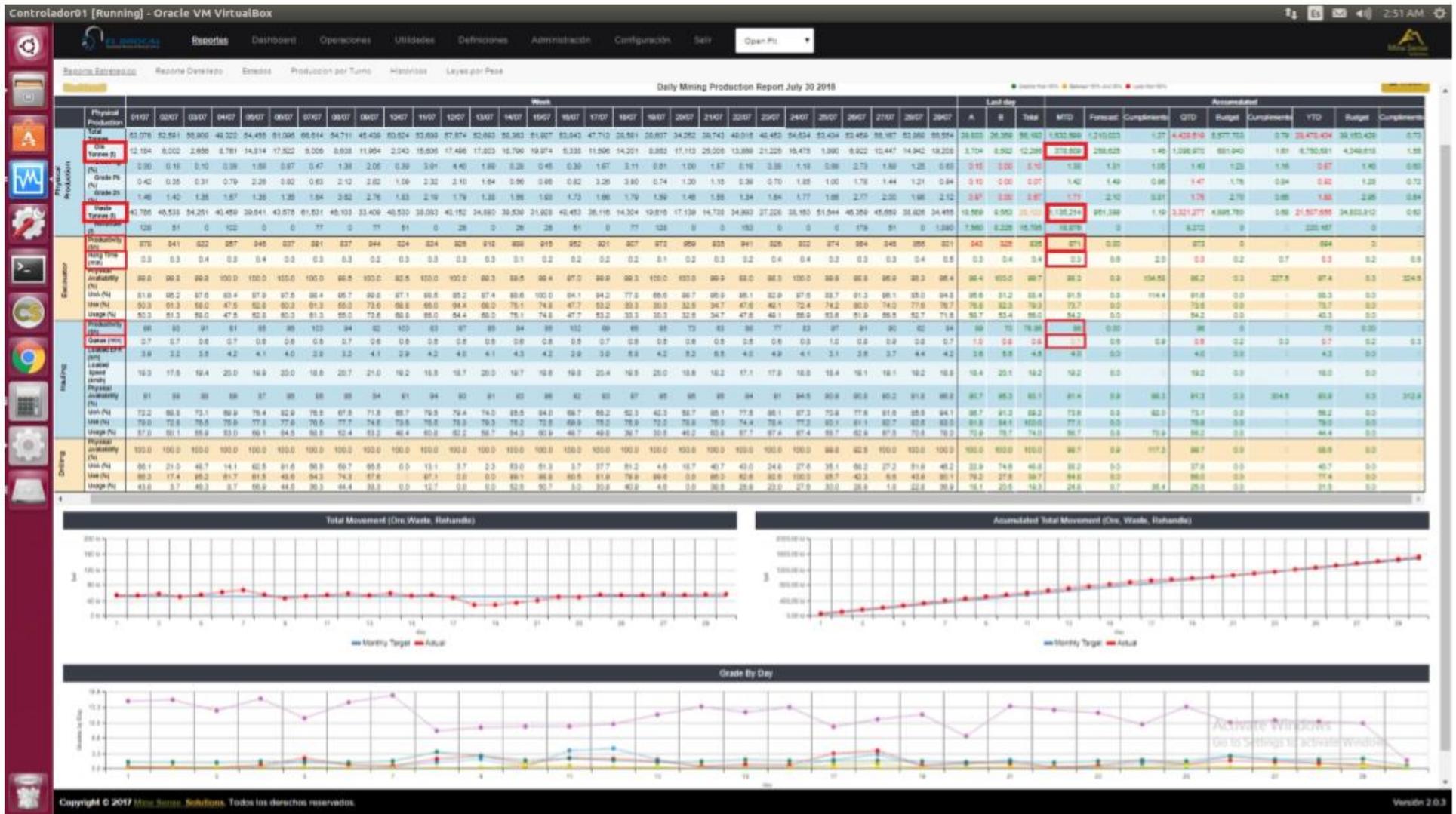
## 6.2.5. DATOS DE CAMPO.

### SECCIÓN N°02.

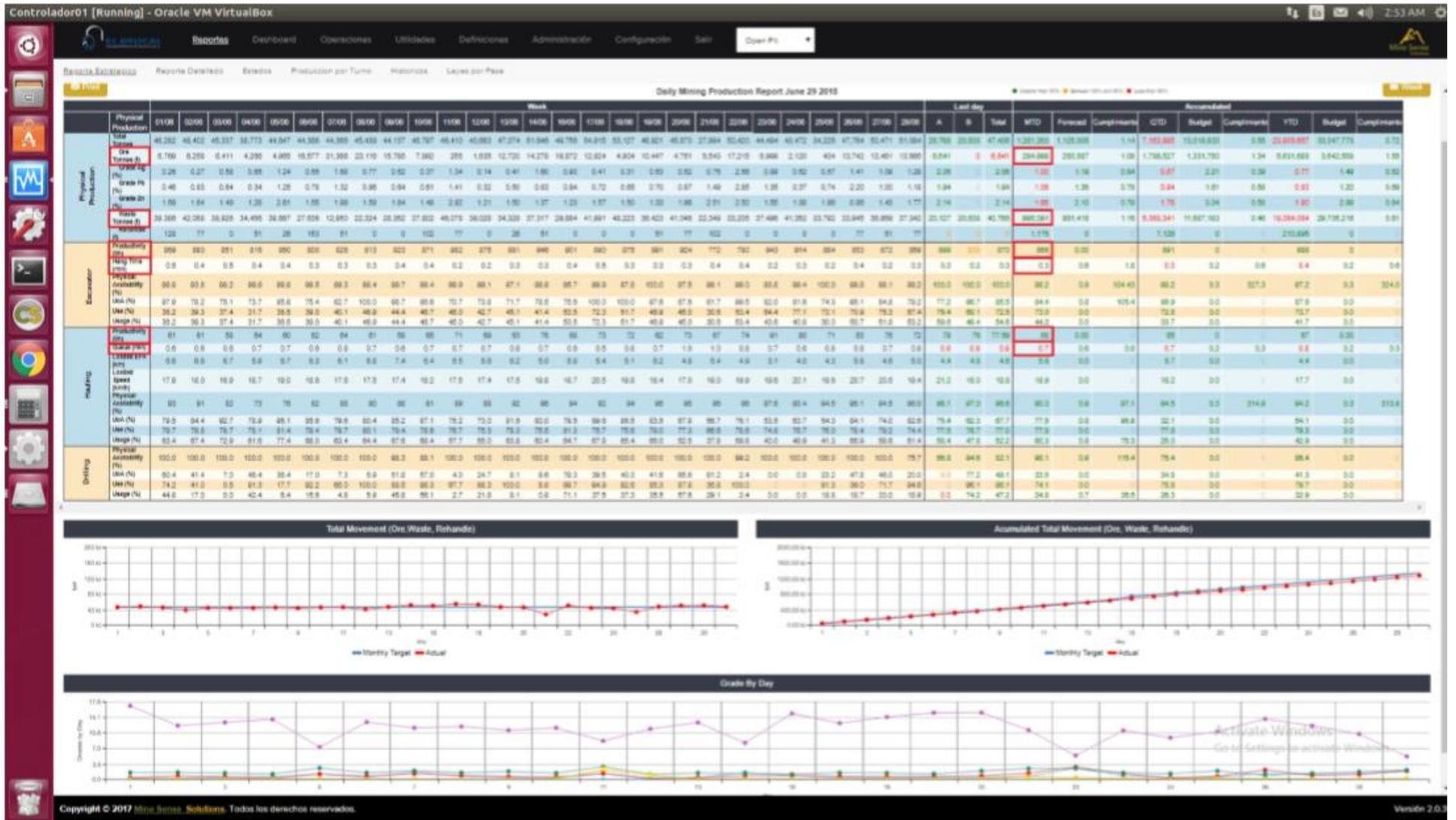
Cuadro N° 01. Parámetros de Producción mes de Enero.



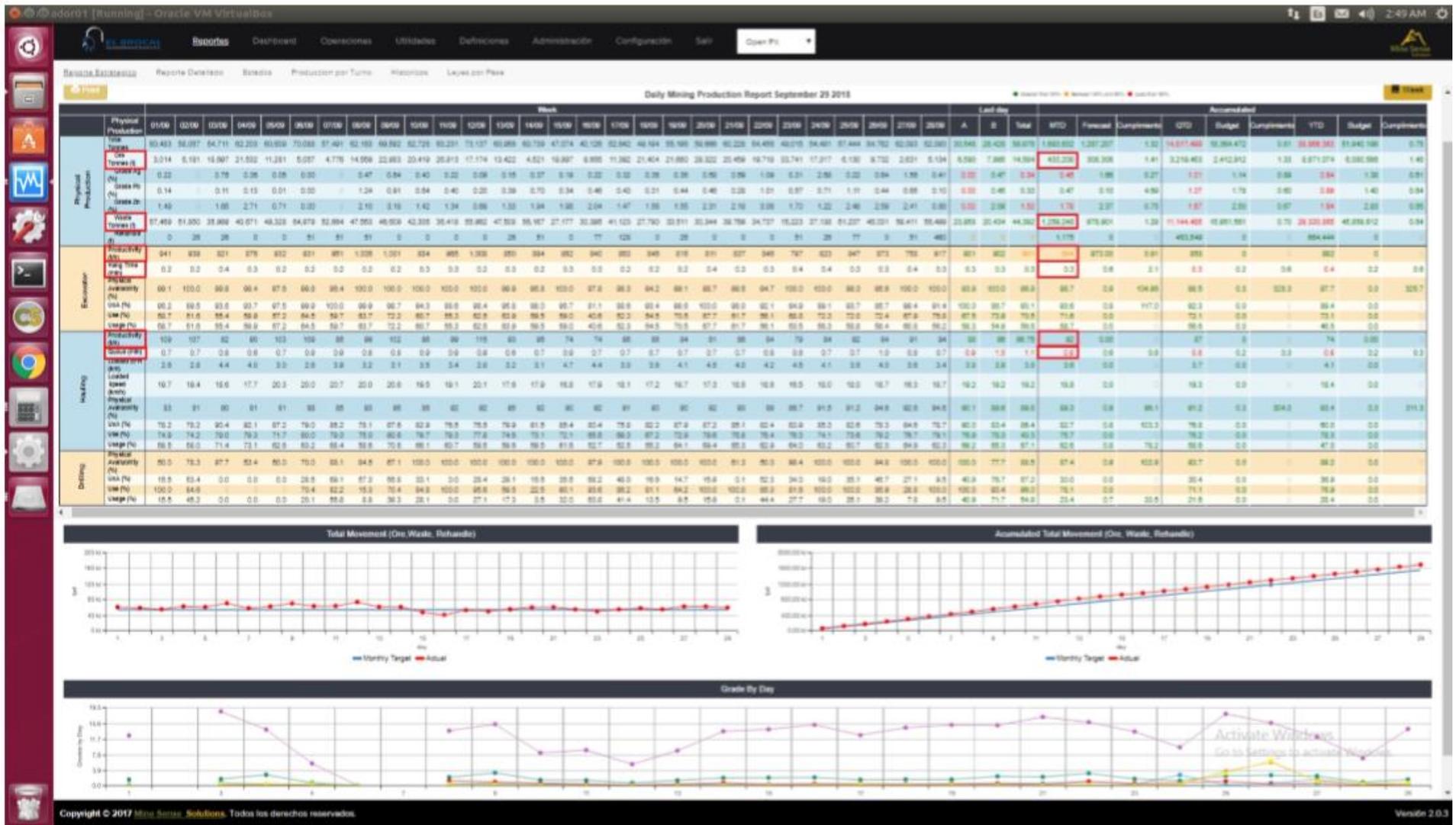
Cuadro N° 02. Parámetros de Producción mes de Febrero.



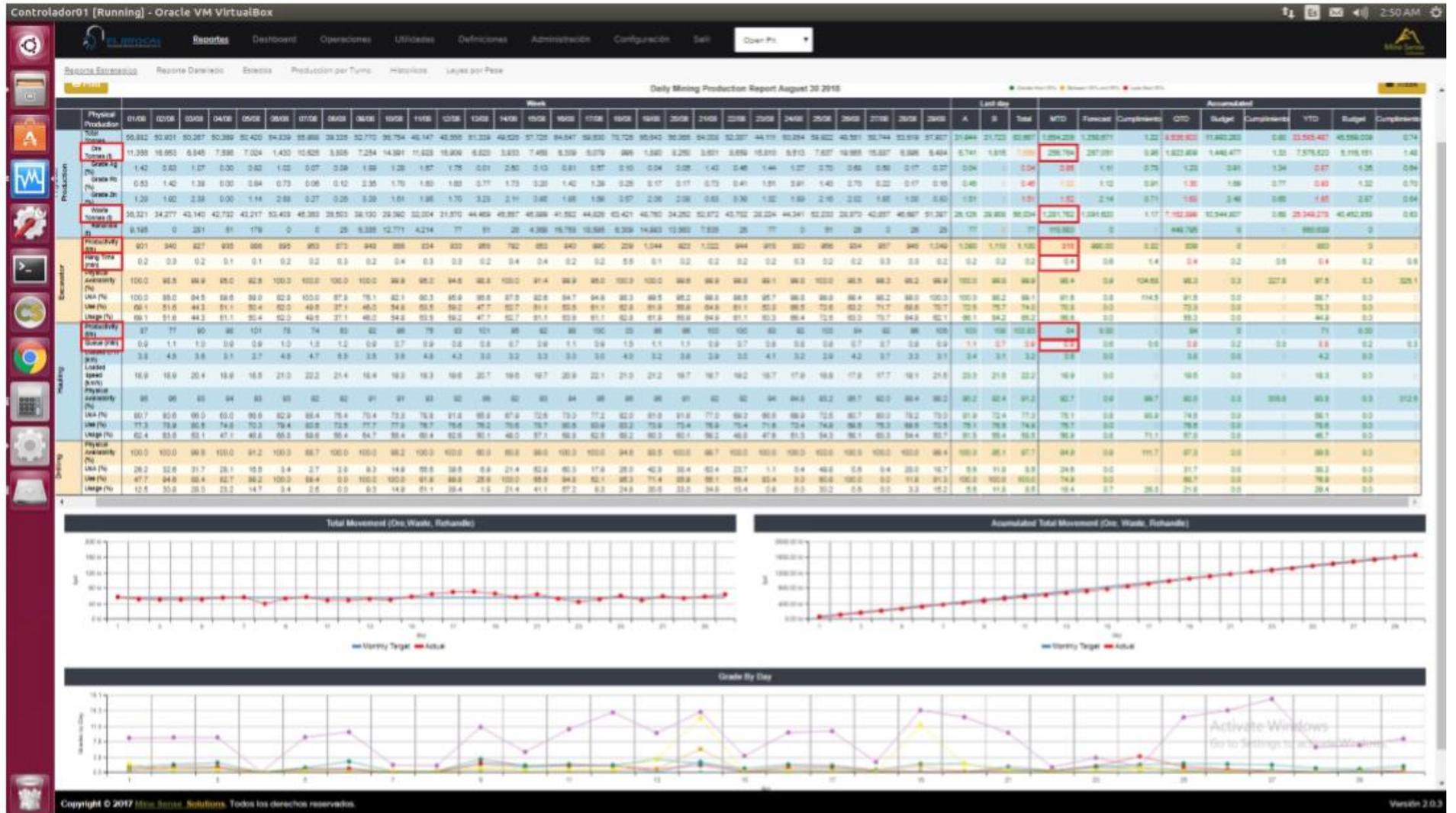
Cuadro N° 03. Parámetros de Producción mes de Marzo.



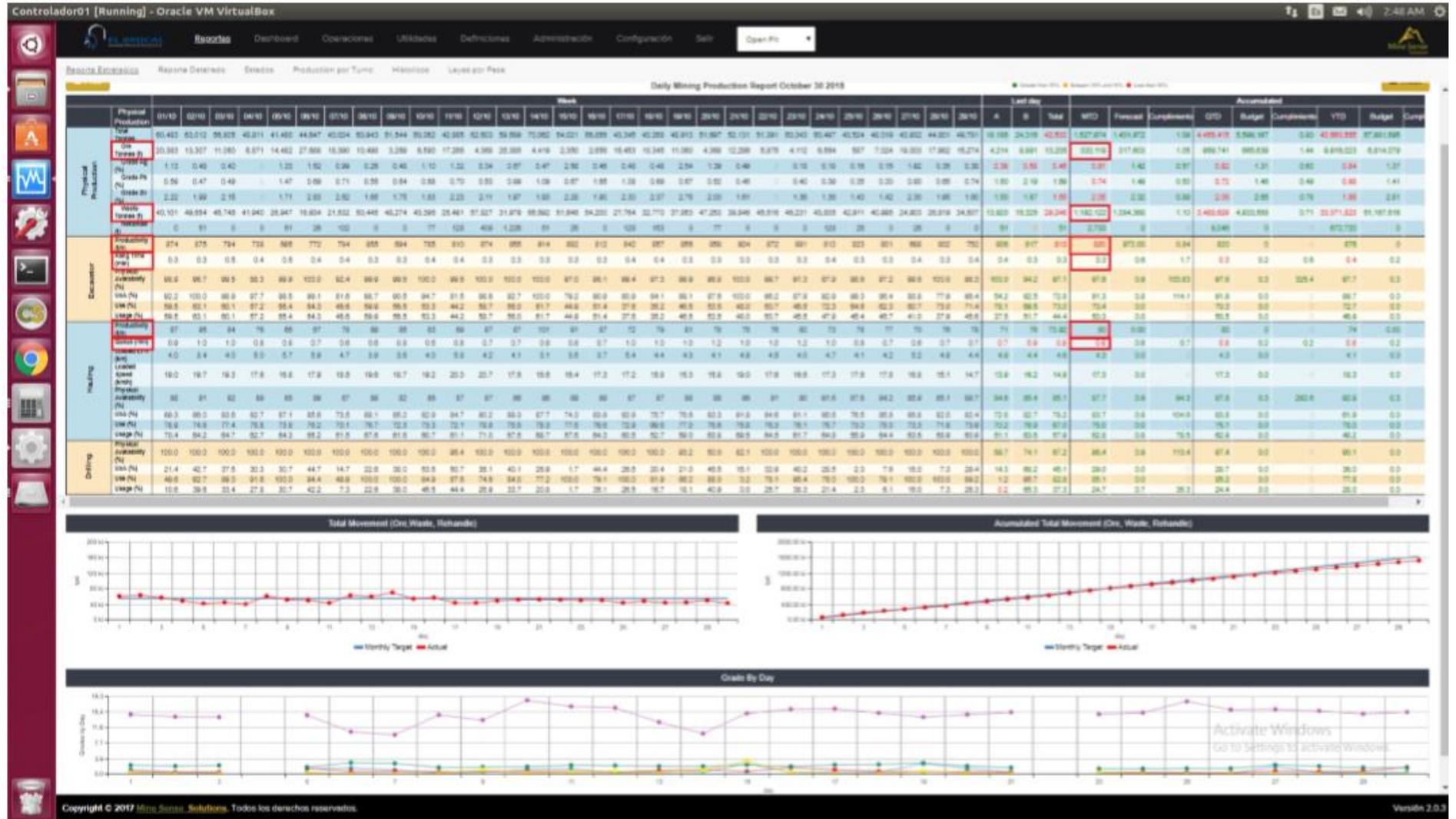
Cuadro N° 04. Parámetros de Producción mes de Abril.



Cuadro N° 05. Parámetros de Producción mes de Mayo.



Cuadro N° 06. Parámetros de Producción mes de Junio.



## 6.2.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO. FRECUENCIAS ESTADÍSTICAS.

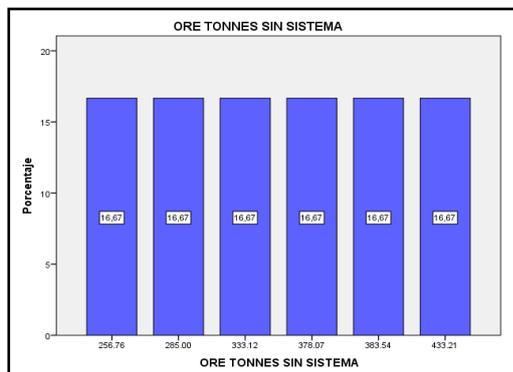
### SECCIÓN N°02. DATOS DE CAMPO.

#### 17. ORE TONNES SIN SISTEMA.

Gráfico de Barras N° 17. ORE TONNES SIN SISTEMA.

Estadísticos N° 17.  
ORE TONNES SIN SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		344,9495
Mediana		355,5940
Moda		256,76
Desv. típ.		66,16107
Varianza		4377,288
Asimetría		-,126
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		32.24%



Cuadro Porcentual N° 17. ORE TONNES SIN SISTEMA.

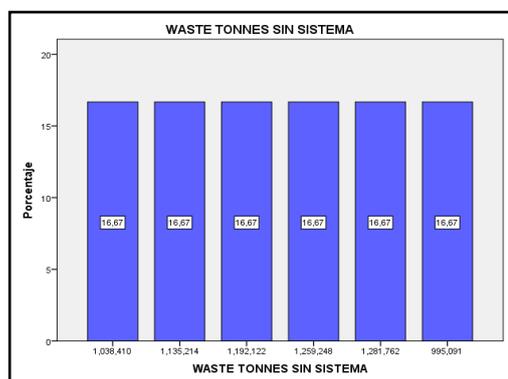
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	256,76	1	16,7	16,7
	285,00	1	16,7	33,3
	333,12	1	16,7	50,0
Válidos	378,07	1	16,7	66,7
	383,54	1	16,7	83,3
	433,21	1	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0

#### 18. WASTE TONNES SIN SISTEMA.

Gráfico de Barras N° 18. WASTE TONNES SIN SISTEMA.

Estadísticos N° 18.  
WASTE TONNES SIN SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		1,1667
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,56061
Varianza		,314
Asimetría		3,148
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		33.76%



Cuadro Porcentual N° 18. WASTE TONNES SIN SISTEMA.

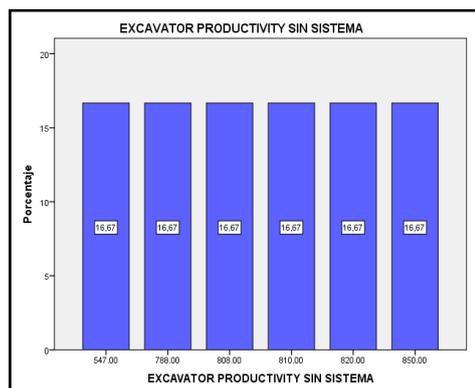
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	1,038,410	1	16,7	16,7
	1,135,214	1	16,7	33,3
	1,192,122	1	16,7	50,0
Válidos	1,259,248	1	16,7	66,7
	1,281,762	1	16,7	83,3
	995,091	1	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0

## 19. EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.

**Estadísticos N° 19.**  
EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		770,5000
Mediana		809,0000
Moda		547,00
Desv. típ.		111,35125
Varianza		12399,100
Asimetría		-2,264
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		32.40%

**Gráfico de Barras N° 19. EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.**



**Cuadro Porcentual N° 19. EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.**

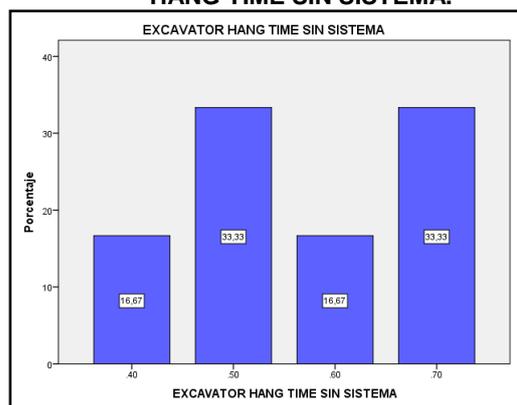
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
547,00	1	16,7	16,7	16,7
788,00	1	16,7	16,7	33,3
808,00	1	16,7	16,7	50,0
Válidos 810,00	1	16,7	16,7	66,7
820,00	1	16,7	16,7	83,3
850,00	1	16,7	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

## 20. EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA.

**Estadísticos N° 20.**  
EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		,5667
Mediana		,5500
Moda		,50
Desv. típ.		,12111
Varianza		,015
Asimetría		-,075
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		35.63%

**Gráfico de Barras N° 20. EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA.**



**Cuadro Porcentual N° 20. EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA.**

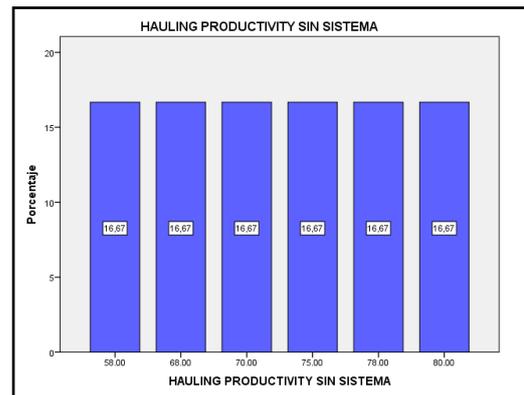
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
,40	1	16,7	16,7	16,7
,50	2	33,3	33,3	50,0
Válidos ,60	1	16,7	16,7	66,7
,70	2	33,3	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

## 21. HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.

Gráfico de Barras N° 21. HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.

Estadísticos N° 21.  
HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		71,5000
Mediana		72,5000
Moda		58,00
Desv. típ.		8,04363
Varianza		64,700
Asimetría		-,908
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		33.21%



Cuadro Porcentual N° 21. HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA.

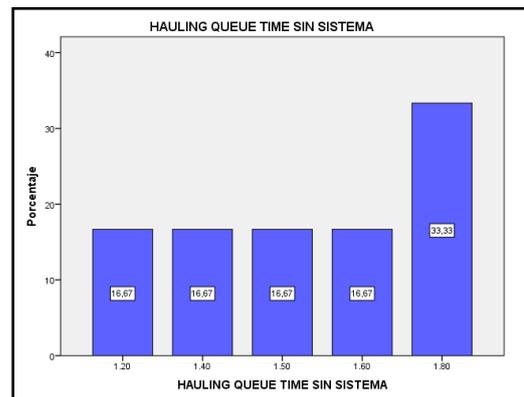
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	58,00	1	16,7	16,7
	68,00	1	16,7	33,3
	70,00	1	16,7	50,0
Válidos	75,00	1	16,7	66,7
	78,00	1	16,7	83,3
	80,00	1	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

## 22. HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA.

Gráfico de Barras N° 22. HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA.

Estadísticos N° 22.  
HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		1,5500
Mediana		1,5500
Moda		1,80
Desv. típ.		,23452
Varianza		,055
Asimetría		-,349
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		31.04%



Cuadro Porcentual N° 22. HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA.

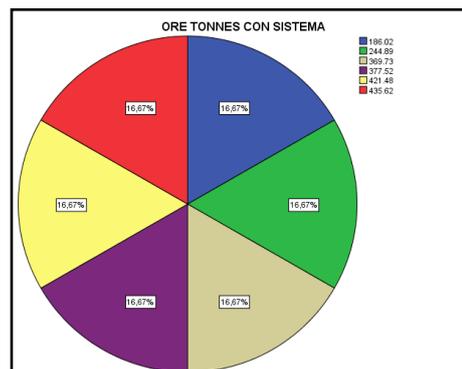
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	1,20	1	16,7	16,7
	1,40	1	16,7	33,3
	1,50	1	16,7	50,0
Válidos	1,60	1	16,7	66,7
	1,80	2	33,3	100,0
Total	6	100,0	100,0	

### 23. ORE TONNES CON SISTEMA.

Gráfico Circular N° 23. ORE TONNES CON SISTEMA.

**Estadísticos N° 23.**  
ORE TONNES CON SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		339,2118
Mediana		373,6270
Moda		186,02
Desv. típ.		100,82226
Varianza		10165,129
Asimetría		-,848
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		30.88%



Cuadro Porcentual N° 23. ORE TONNES CON SISTEMA.

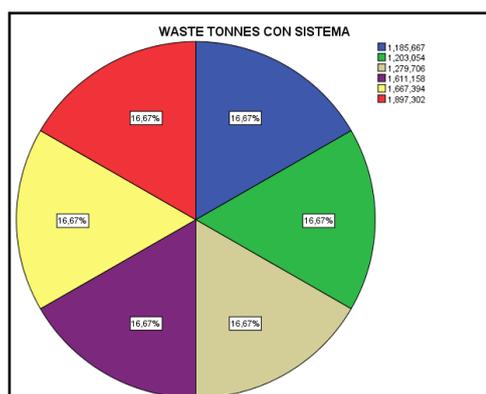
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	186,02	1	16,7	16,7
	244,89	1	16,7	33,3
	369,73	1	16,7	50,0
	377,52	1	16,7	66,7
	421,48	1	16,7	83,3
	435,62	1	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

### 24. WASTE TONNES CON SISTEMA.

Gráfico Circular N° 24. WASTE TONNES CON SISTEMA.

**Estadísticos N° 24.**  
WASTE TONNES CON SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		1,4167
Mediana		1,0000
Moda		1,00
Desv. típ.		,93732
Varianza		,879
Asimetría		2,129
Error típ. de asimetría		,393
C.V.		32.81%



Cuadro Porcentual N° 24. WASTE TONNES CON SISTEMA.

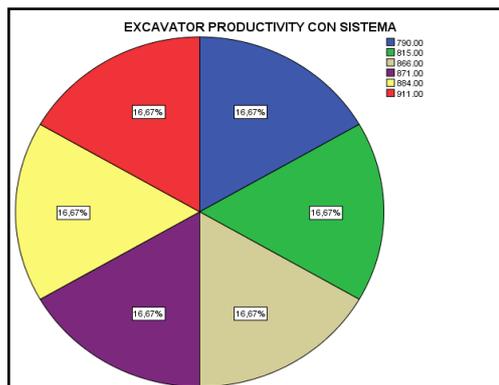
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1,185,667	1	16,7	16,7
	1,203,054	1	16,7	33,3
	1,279,706	1	16,7	50,0
	1,611,158	1	16,7	66,7
	1,667,394	1	16,7	83,3
	1,897,302	1	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

## 25. EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA.

**Estadísticos N° 25.**  
EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		856,1667
Mediana		868,5000
Moda		790,00
Desv. típ.		45,10174
Varianza		2034,167
Asimetría		-,552
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		29.48%

**Gráfico Circular N° 25. EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA.**



**Cuadro Porcentual N° 25. EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA.**

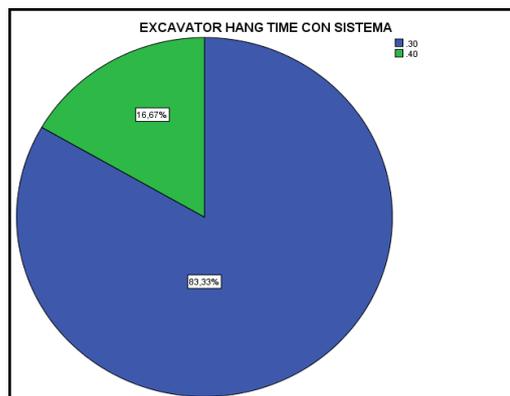
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
	790,00	1	16,7	16,7
	815,00	1	16,7	33,3
	866,00	1	16,7	50,0
	871,00	1	16,7	66,7
	884,00	1	16,7	83,3
	911,00	1	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

## 26. EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA.

**Estadísticos N° 26.**  
EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		,3167
Mediana		,3000
Moda		,30
Desv. típ.		,04082
Varianza		,002
Asimetría		2,449
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		36.08%

**Gráfico Circular N° 26. EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA.**



**Cuadro Porcentual N° 26. EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA.**

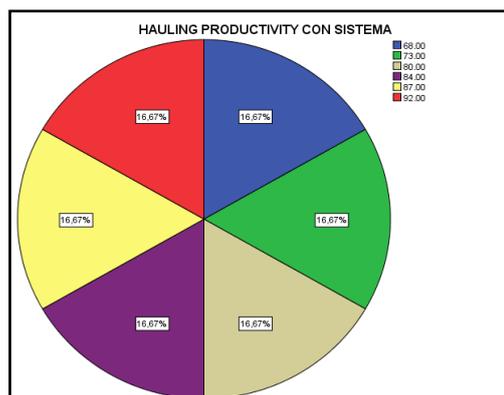
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos				
	,30	5	83,3	83,3
	,40	1	16,7	100,0
Total	6	100,0	100,0	

## 27. HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA.

Gráfico Circular N° 27. HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA.

Estadísticos N° 27.  
HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		80,6667
Mediana		82,0000
Moda		68,00
Desv. típ.		8,93682
Varianza		79,867
Asimetría		-,310
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		27.95%



Cuadro Porcentual N° 27. HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA.

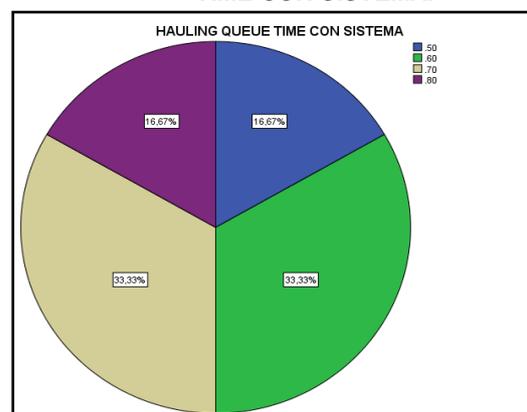
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	68,00	1	16,7	16,7
	73,00	1	16,7	33,3
	80,00	1	16,7	50,0
	84,00	1	16,7	66,7
	87,00	1	16,7	83,3
	92,00	1	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0

## 28. HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA.

Gráfico Circular N° 28. HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA.

Estadísticos N° 28.  
HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA.

N	Válidos	6
	Perdidos	0
Media		,6500
Mediana		,6500
Moda		,60
Desv. típ.		,10488
Varianza		,011
Asimetría		,000
Error típ. de asimetría		,845
C.V.		29.85%



Cuadro Porcentual N° 28. HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	,50	1	16,7	16,7
	,60	2	33,3	50,0
	,70	2	33,3	83,3
	,80	1	16,7	100,0
	Total	6	100,0	100,0

## 6.2.7. ANÁLISIS DE FIABILIDAD Y CORRELACIÓN DE LOS RESULTADOS.

### SECCIÓN N° 02. DATOS DE CAMPO.

#### A. ALFA DE CRONBACH

Escala: TODAS LAS VARIABLES

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	6	100,0
	Excluidos	0	,0
	Total	6	100,0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,624	10

Estadísticos de los elementos

	Media	Desviación típica	N
ORE TONNES SIN SISTEMA	344,9495	66,16107	6
EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	770,5000	111,35125	6
EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA	,5667	,12111	6
HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	71,5000	8,04363	6
HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	1,5500	,23452	6
ORE TONNES CON SISTEMA	339,2118	100,82226	6
EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	856,1667	45,10174	6
EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA	,3167	,04082	6
HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	80,6667	8,93682	6
HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA	,6500	,10488	6

#### B. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES (CORRELACIÓN DE PEARSON)

Correlaciones

		ORE TONNES SIN SISTEMA	EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA	HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA
ORE TONNES SIN SISTEMA	Correlación de Pearson	1	-,616	,753	,698
	Sig. (bilateral)		,193	,084	,123
	N	6	6	6	6
EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	Correlación de Pearson	-,616	1	-,596	-,102
	Sig. (bilateral)	,193		,212	,848
	N	6	6	6	6
EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA	Correlación de Pearson	,753	-,596	1	,287
	Sig. (bilateral)	,084	,212		,581
	N	6	6	6	6
HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	Correlación de Pearson	,698	-,102	,287	1
	Sig. (bilateral)	,123	,848	,581	
	N	6	6	6	6
HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	Correlación de Pearson	-,424	,221	-,704	-,217
	Sig. (bilateral)	,402	,674	,118	,679
	N	6	6	6	6
ORE TONNES CON SISTEMA	Correlación de Pearson	-,500	,743	-,689	-,310
	Sig. (bilateral)	,313	,090	,130	,550
	N	6	6	6	6
EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	Correlación de Pearson	,187	-,185	-,116	,662
	Sig. (bilateral)	,723	,726	,827	,152
	N	6	6	6	6
EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA	Correlación de Pearson	-,653	,165	-,270	-,822
	Sig. (bilateral)	,160	,755	,605	,045
	N	6	6	6	6
HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	Correlación de Pearson	,469	-,517	,357	,278
	Sig. (bilateral)	,348	,294	,487	,593
	N	6	6	6	6
HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA	Correlación de Pearson	-,274	,282	,000	-,202
	Sig. (bilateral)	,599	,589	1,000	,702
	N	6	6	6	6

**Correlaciones**

		HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	ORE TONNES CON SISTEMA	EXCAVATOR PRODUCTIVI TY CON SISTEMA	EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA
ORE TONNES SIN SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,424 ,402 6	-,500 ,313 6	,187 ,723 6	-,653 ,160 6
EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,221 ,674 6	,743 ,090 6	-,185 ,726 6	,165 ,755 6
EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,704 ,118 6	-,689 ,130 6	-,116 ,827 6	-,270 ,605 6
HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,217 ,679 6	-,310 ,550 6	,662 ,152 6	-,822 ,045 6
HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 ,496 6	,350 ,496 6	,141 ,790 6	,522 ,288 6
ORE TONNES CON SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,350 ,496 6	1 6 6	-,486 ,328 6	,148 ,779 6
EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,141 ,790 6	-,486 ,328 6	1 ,374 6	-,447 ,374 6
EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,522 ,288 6	,148 ,779 6	-,447 ,374 6	1 6 6
HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,382 ,455 6	-,569 ,238 6	,307 ,554 6	,183 ,729 6
HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,447 ,374 6	-,090 ,866 6	-,095 ,858 6	,701 ,121 6

**C. PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS DE LAS VARIABLES**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
ORE TONNES SIN SISTEMA	6	344,9495	66,16107	256,76	433,21
EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	6	770,5000	111,35125	547,00	850,00
EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA	6	,5667	,12111	,40	,70
HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	6	71,5000	8,04363	58,00	80,00
HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	6	1,5500	,23452	1,20	1,80
ORE TONNES CON SISTEMA	6	339,2118	100,82226	186,02	435,62
EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	6	856,1667	45,10174	790,00	911,00
EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA	6	,3167	,04082	,30	,40
HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	6	80,6667	8,93682	68,00	92,00
HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA	6	,6500	,10488	,50	,80

## D. PRUEBA DE CHI-CUADRADO

### Frecuencias

#### ORE TONNES SIN SISTEMA

	N observado	N esperado	Residual
256,76	1	1,0	,0
285,00	1	1,0	,0
333,12	1	1,0	,0
378,07	1	1,0	,0
383,54	1	1,0	,0
433,21	1	1,0	,0
Total	6		

#### EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA

	N observado	N esperado	Residual
547,00	1	1,0	,0
788,00	1	1,0	,0
808,00	1	1,0	,0
810,00	1	1,0	,0
820,00	1	1,0	,0
850,00	1	1,0	,0
Total	6		

#### EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA

	N observado	N esperado	Residual
,40	1	1,5	-,5
,50	2	1,5	,5
,60	1	1,5	-,5
,70	2	1,5	,5
Total	6		

#### HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA

	N observado	N esperado	Residual
58,00	1	1,0	,0
68,00	1	1,0	,0
70,00	1	1,0	,0
75,00	1	1,0	,0
78,00	1	1,0	,0
80,00	1	1,0	,0
Total	6		

#### HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA

	N observado	N esperado	Residual
1,20	1	1,2	-,2
1,40	1	1,2	-,2
1,50	1	1,2	-,2
1,60	1	1,2	-,2
1,80	2	1,2	,8
Total	6		

#### ORE TONNES CON SISTEMA

	N observado	N esperado	Residual
186,02	1	1,0	,0
244,89	1	1,0	,0
369,73	1	1,0	,0
377,52	1	1,0	,0
421,48	1	1,0	,0
435,62	1	1,0	,0
Total	6		

**EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA**

	N observado	N esperado	Residual
790,00	1	1,0	,0
815,00	1	1,0	,0
866,00	1	1,0	,0
871,00	1	1,0	,0
884,00	1	1,0	,0
911,00	1	1,0	,0
Total	6		

**EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA**

	N observado	N esperado	Residual
,30	5	3,0	2,0
,40	1	3,0	-2,0
Total	6		

**HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA**

	N observado	N esperado	Residual
68,00	1	1,0	,0
73,00	1	1,0	,0
80,00	1	1,0	,0
84,00	1	1,0	,0
87,00	1	1,0	,0
92,00	1	1,0	,0
Total	6		

**HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA**

	N observado	N esperado	Residual
,50	1	1,5	-,5
,60	2	1,5	,5
,70	2	1,5	,5
,80	1	1,5	-,5
Total	6		

**Estadísticos de contraste**

	ORE TONNES SIN SISTEMA	EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	EXCAVATOR HANG TIME SIN SISTEMA	HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	ORE TONNES CON SISTEMA
Chi-cuadrado	,000	,000	,667	,000	,667	,000
gl	5	5	3	5	4	5
Sig. asintót.	1,000	1,000	,881	1,000	,955	1,000

**Estadísticos de contraste**

	EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA	HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA
Chi-cuadrado	,000	2,667	,000	,667
gl	5	1	5	3
Sig. asintót.	1,000	,102	1,000	,881

## E. ESTIMACIÓN CURVILÍNEA DE LAS VARIABLES

### Resumen del procesamiento de los casos

	N
Total de casos	6
Casos excluidos	0
Casos pronosticados	0
Casos creados nuevos	0

### Resumen del procesamiento de las variables

	Variables			
	Dependiente			
	ORE TONNES SIN SISTEMA	EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA
Número de valores positivos	6	6	6	6
Número de ceros	0	0	0	0
Número de valores negativos	0	0	0	0
Número de valores perdidos	0	0	0	0
Perdidos definidos por el usuario	0	0	0	0
Perdidos del sistema	0	0	0	0

### Resumen del procesamiento de las variables

	Variables			
	Dependiente			
	ORE TONNES CON SISTEMA	EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA
Número de valores positivos	6	6	6	6
Número de ceros	0	0	0	0
Número de valores negativos	0	0	0	0
Número de valores perdidos	0	0	0	0
Perdidos definidos por el usuario	0	0	0	0
Perdidos del sistema	0	0	0	0

### Resumen del procesamiento de las variables

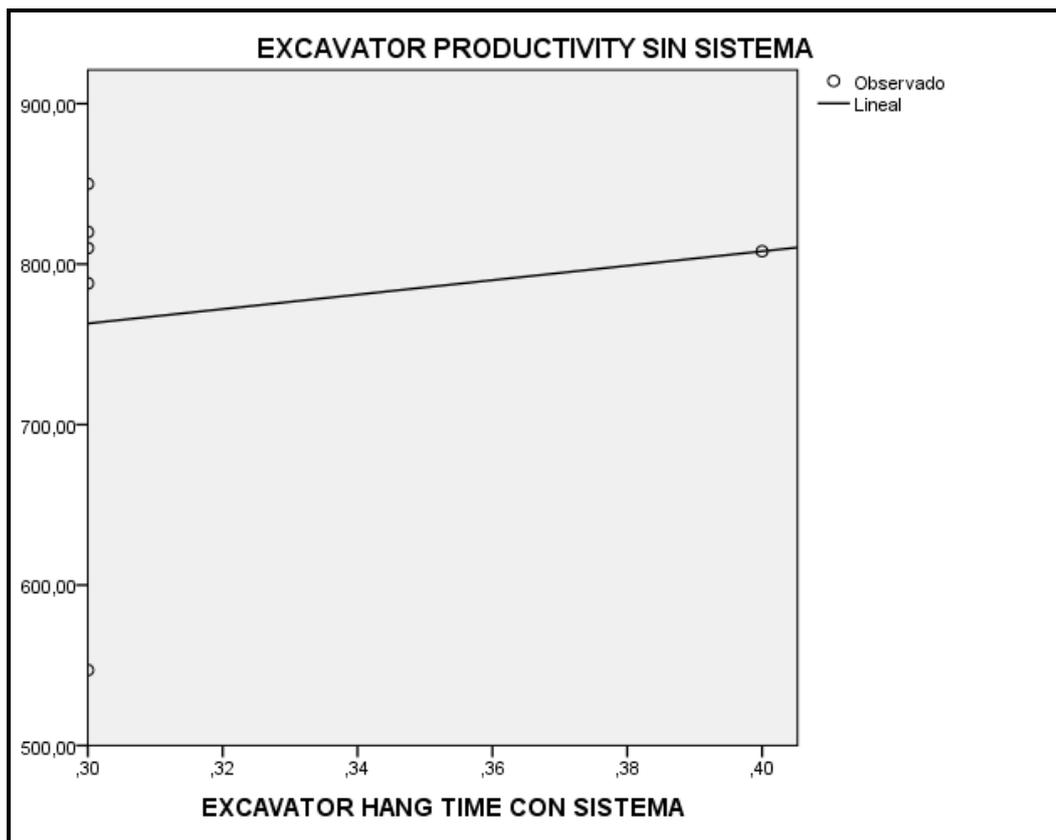
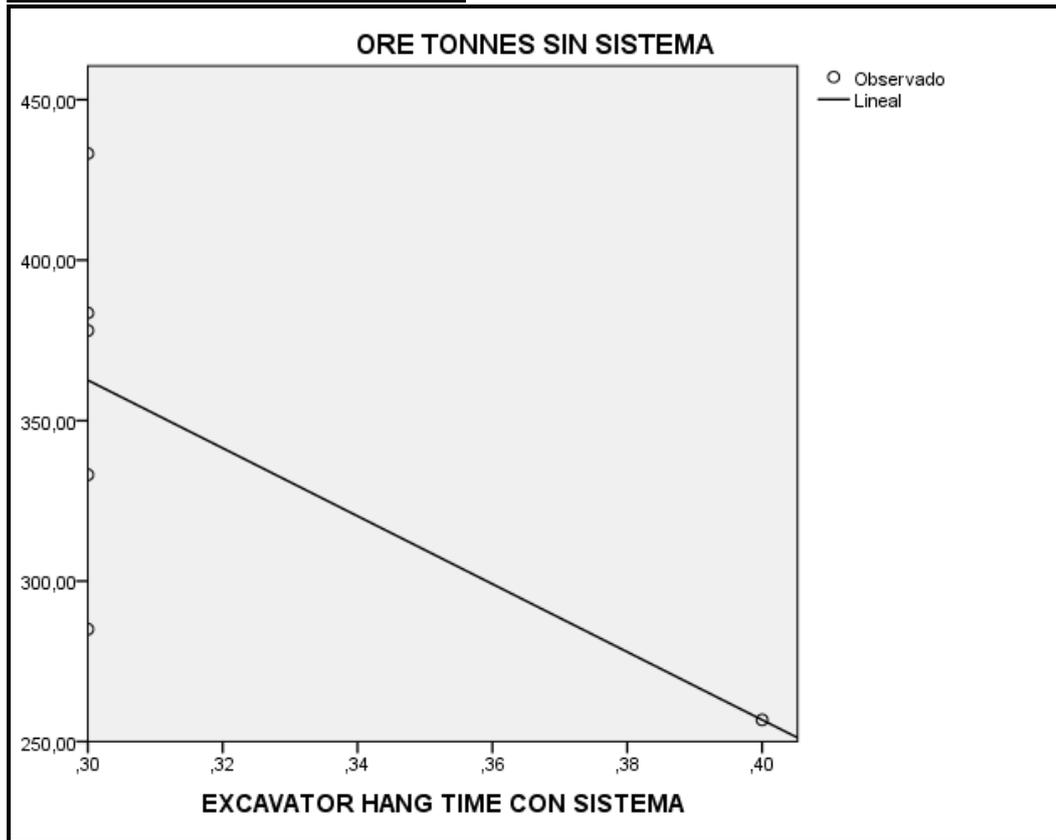
	Variables	
	Independiente	
	EXCAVATOR HANG TIME CON SISTEMA	
Número de valores positivos		6
Número de ceros		0
Número de valores negativos		0
Número de valores perdidos		0
Perdidos definidos por el usuario		0
Perdidos del sistema		0

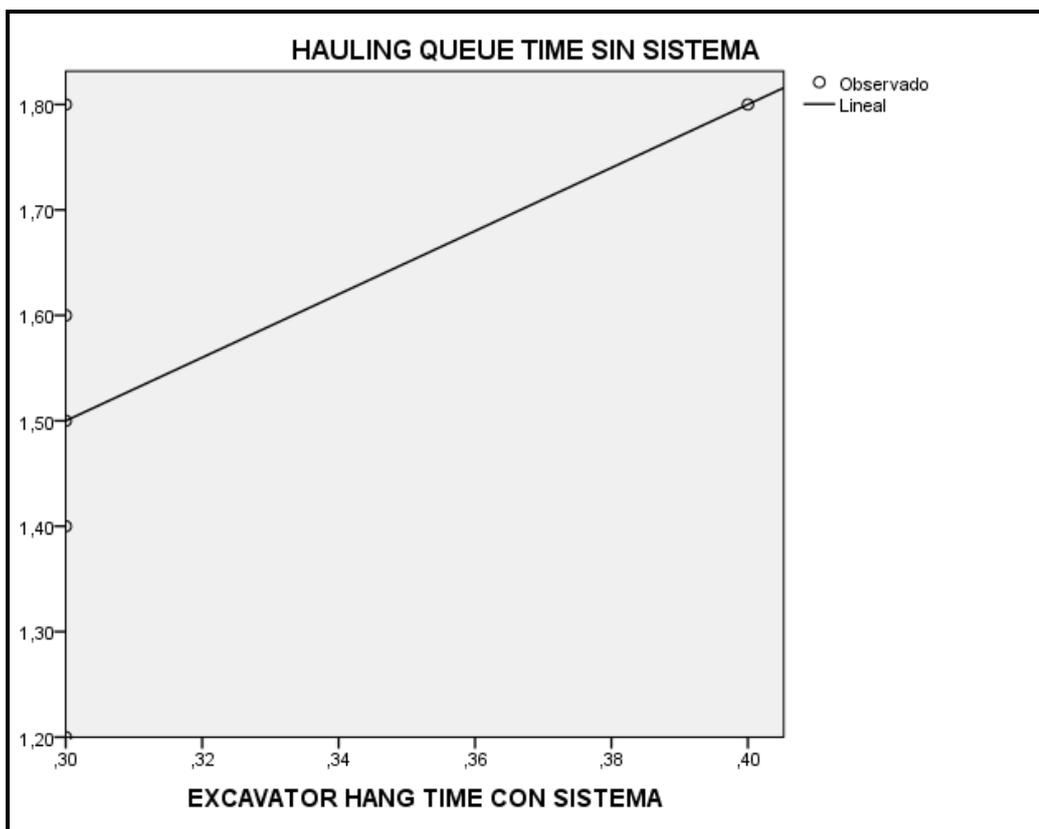
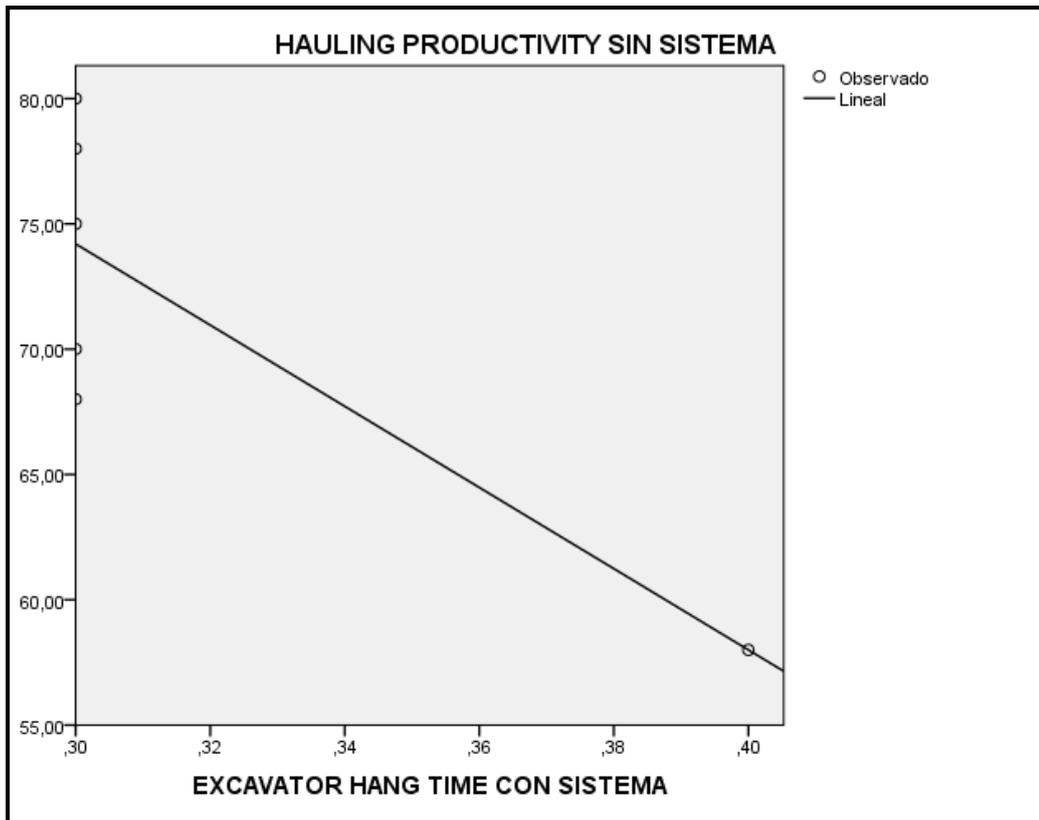
### Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

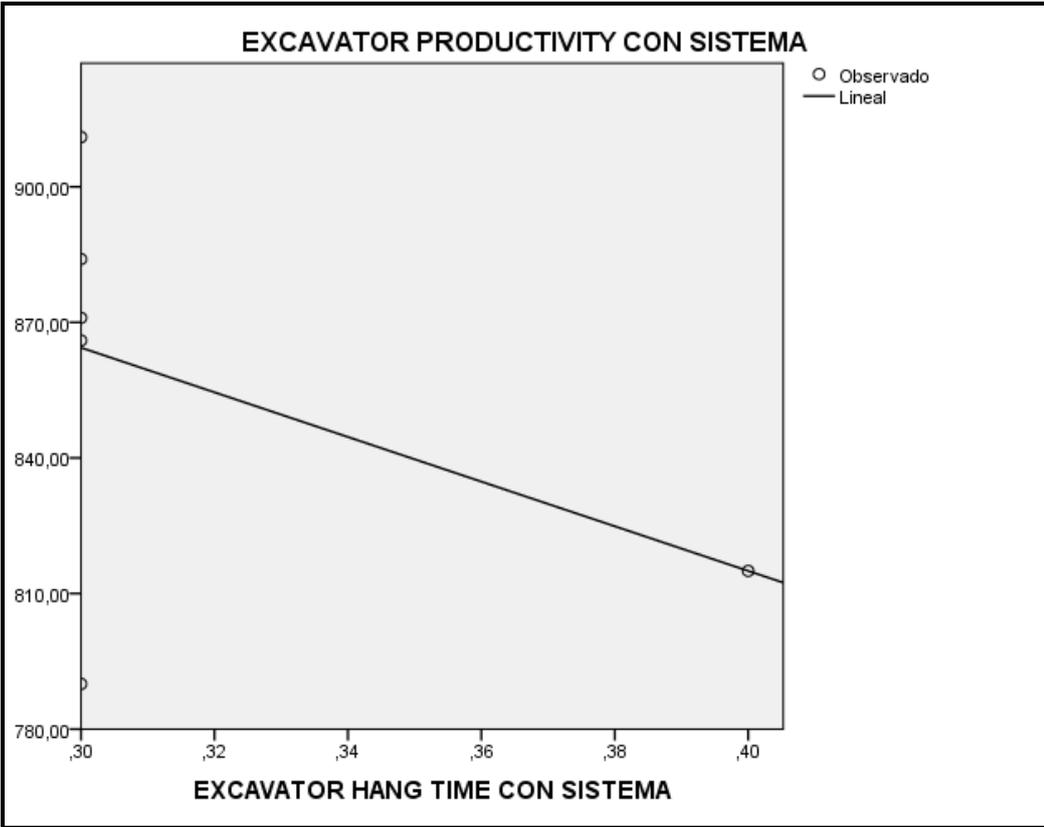
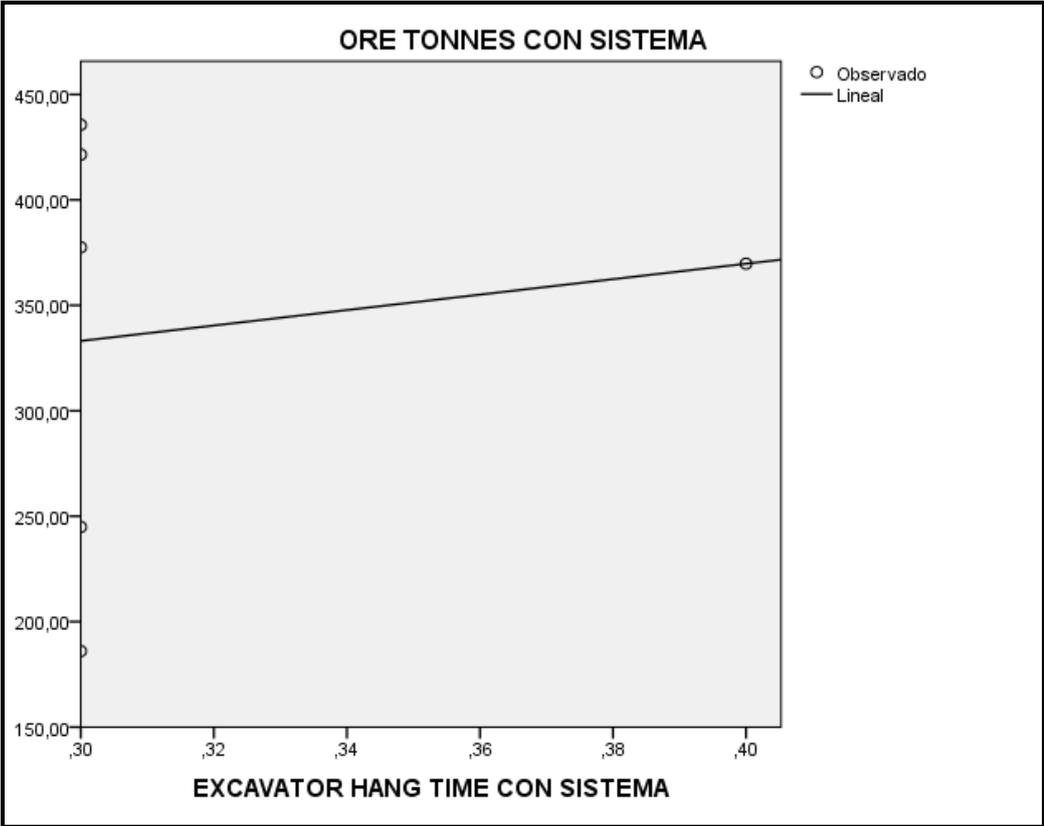
Variable dependiente: ORE TONNES SIN SISTEMA

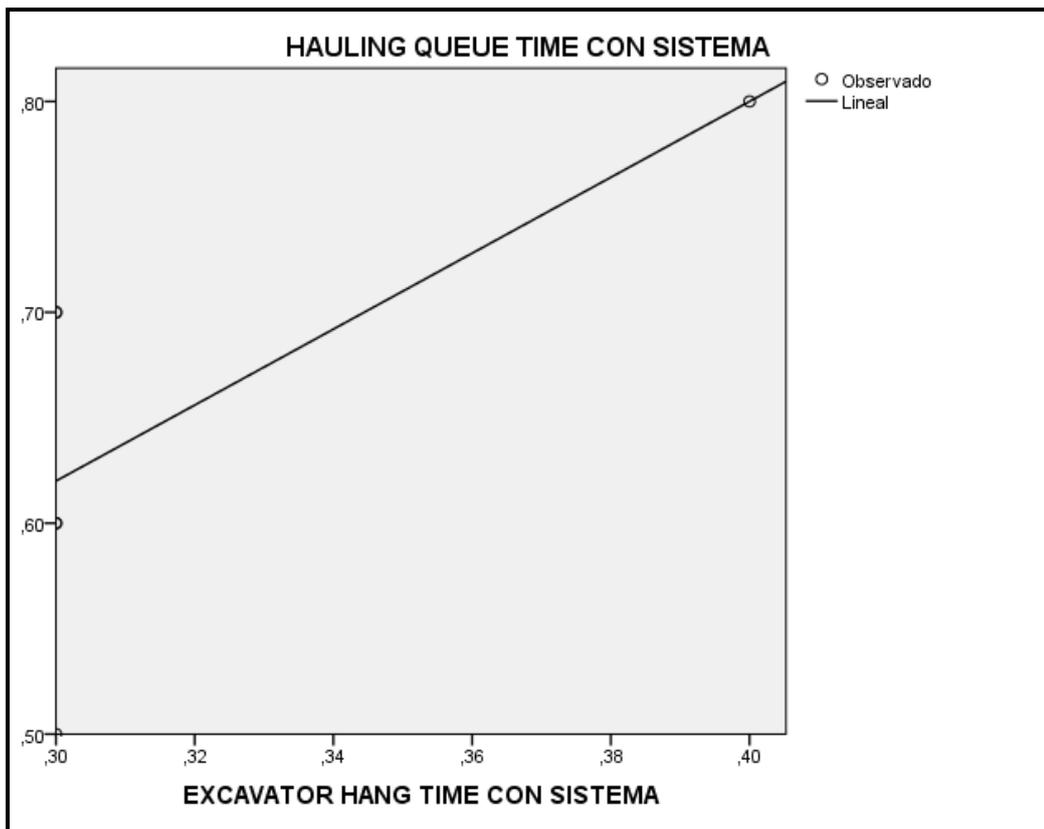
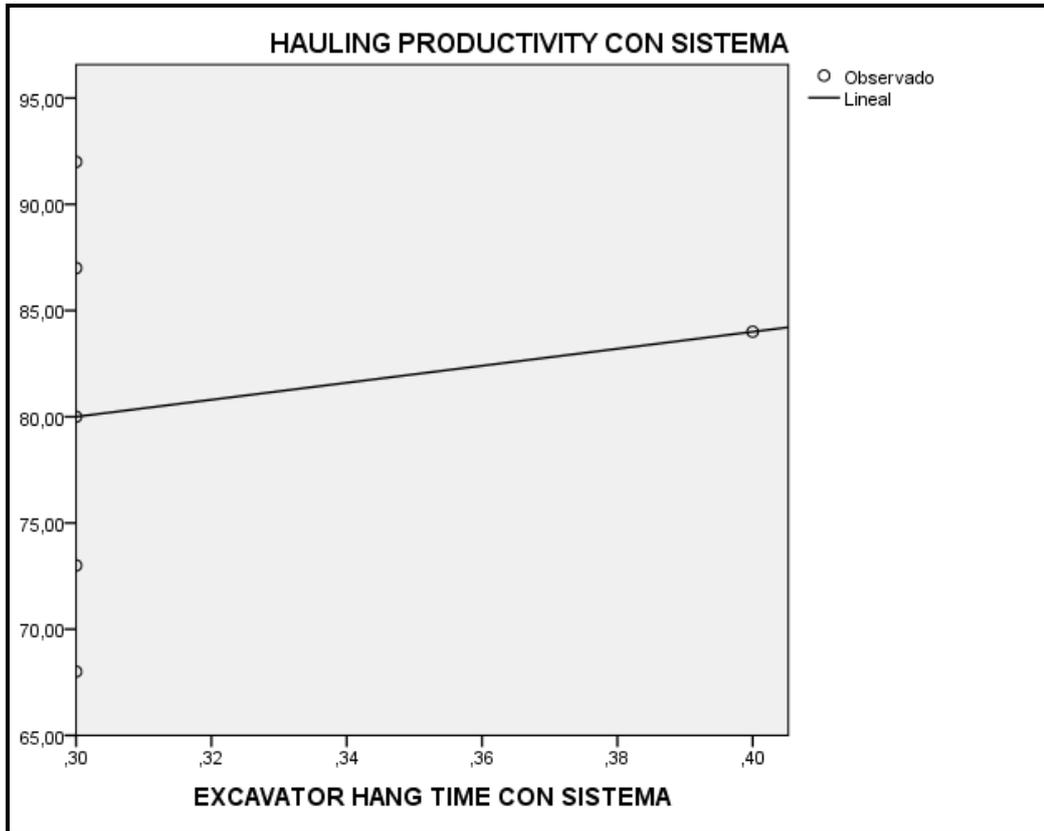
Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de los parámetros	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Lineal	,426	2,973	1	4	,160	680,054	-1058,226

### DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN:









## 6.2.8. CONSOLIDADO DE LOS RESULTADOS – FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

		CONSOLIDADO					
		N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
ORE TONNES SIN SISTEMA	,30	5	362,5866	56,02325	25,05436	293,0245	432,1487
	,40	1	256,7640	.	.	.	.
	Total	6	344,9495	66,16107	27,01015	275,5177	414,3813
EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	,30	5	763,0000	122,78844	54,91266	610,5380	915,4620
	,40	1	808,0000	.	.	.	.
	Total	6	770,5000	111,35125	45,45896	653,6440	887,3560
HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	,30	5	74,2000	5,11859	2,28910	67,8444	80,5556
	,40	1	58,0000	.	.	.	.
	Total	6	71,5000	8,04363	3,28380	63,0587	79,9413
HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	,30	5	1,5000	,22361	,10000	1,2224	1,7776
	,40	1	1,8000	.	.	.	.
	Total	6	1,5500	,23452	,09574	1,3039	1,7961
ORE TONNES CON SISTEMA	,30	5	333,1074	111,47614	49,85365	194,6915	471,5233
	,40	1	369,7340	.	.	.	.
	Total	6	339,2118	100,82226	41,16052	233,4054	445,0183
EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	,30	5	864,4000	45,10321	20,17077	808,3970	920,4030
	,40	1	815,0000	.	.	.	.
	Total	6	856,1667	45,10174	18,41271	808,8353	903,4980
HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	,30	5	80,0000	9,82344	4,39318	67,8026	92,1974
	,40	1	84,0000	.	.	.	.
	Total	6	80,6667	8,93682	3,64844	71,2881	90,0453
HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA	,30	5	,6200	,08367	,03742	,5161	,7239
	,40	1	,8000	.	.	.	.
	Total	6	,6500	,10488	,04282	,5399	,7601

## 6.2.9. FACTOR ANOVA – FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ORE TONNES SIN SISTEMA	Inter-grupos	9332,019	1	9332,019	2,973	,160
	Intra-grupos	12554,420	4	3138,605		
	Total	21886,439	5			
EXCAVATOR PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	Inter-grupos	1687,500	1	1687,500	,112	,755
	Intra-grupos	60308,000	4	15077,000		
	Total	61995,500	5			
HAULING PRODUCTIVITY SIN SISTEMA	Inter-grupos	218,700	1	218,700	8,347	,045
	Intra-grupos	104,800	4	26,200		
	Total	323,500	5			
HAULING QUEUE TIME SIN SISTEMA	Inter-grupos	,075	1	,075	1,500	,288
	Intra-grupos	,200	4	,050		
	Total	,275	5			
ORE TONNES CON SISTEMA	Inter-grupos	1117,923	1	1117,923	,090	,779
	Intra-grupos	49707,720	4	12426,930		
	Total	50825,643	5			
EXCAVATOR PRODUCTIVITY CON SISTEMA	Inter-grupos	2033,633	1	2033,633	1,000	,374
	Intra-grupos	8137,200	4	2034,300		
	Total	10170,833	5			
HAULING PRODUCTIVITY CON SISTEMA	Inter-grupos	13,333	1	13,333	,138	,729
	Intra-grupos	386,000	4	96,500		
	Total	399,333	5			
HAULING QUEUE TIME CON SISTEMA	Inter-grupos	,027	1	,027	3,857	,121
	Intra-grupos	,028	4	,007		
	Total	,055	5			

### 6.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS: HIPÓTESIS GENERAL.

01. La aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza significativamente las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca

#### Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: PRUEBA DE HIPÓTESIS.

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha; \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$1.954 \leq \mu \leq 2.426$$

**Cálculo de  $Z_0$**  :  $Z_0 = 1.96$

**Reemplazando** :  $\mu = 1.9$

#### Prueba de Hipótesis concerniente a la Media Poblacional:

$$H_0 : \mu = 1.9$$

$$H_1 : \mu > 1.9$$

$H_0$ = Nunca, la aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza significativamente las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018  
 $H_1$ = Siempre, la aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza significativamente las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018

#### Regla de Decisión:

Se rechaza  $H_0$  si:

$$t > -t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

#### Cálculo de "t":

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 2.4$$

#### Cálculo de $t_c$ :

$$t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

$$t_c = \pm 1.04$$

#### Decisión:

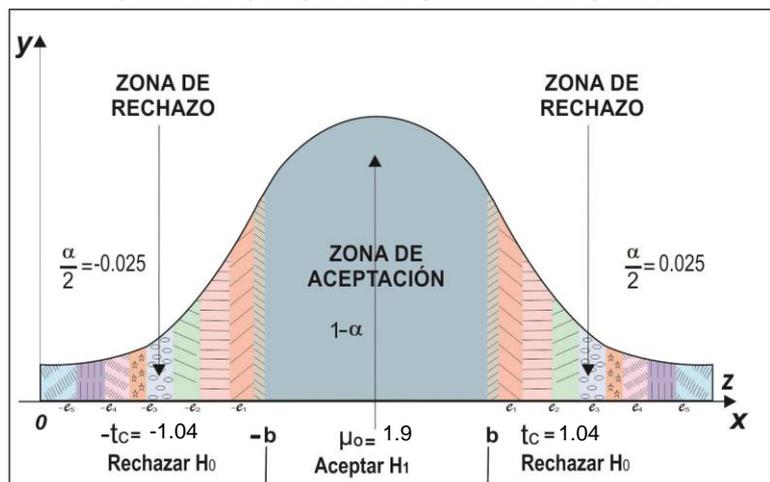
$$t > -t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

$$2.4 > -1.04$$

#### Interpretación:

Se acepta la  $H_1$ : Siempre, la aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza significativamente en un 75% las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018, y se rechaza la  $H_0$ : debido a que el valor de  $t_c = \pm 1.04$  se encuadra en la zona de rechazo derecha e izquierda del Coeficiente de Pearson (Curva Simétrica de Gauss).

Cuadro N°01. Curva de Simétrica de Gauss.



**PRUEBA DE HIPÓTESIS – HIPÓTESIS ALTERNATIVA “A”.**

02. La identificación de los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos mejorar los resultados optimizándolos.

**Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: PRUEBA DE HIPÓTESIS.**

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha; \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$1.821 \leq \mu \leq 2.399$$

**Cálculo de  $Z_0$**  :  $Z_0 = 1.96$

**Reemplazando** :  $\mu = 1.8$

**Prueba de Hipótesis concerniente a la Media Poblacional:**

$$H_0 : \mu = 1.8$$

$$H_1 : \mu > 1.8$$

$H_0$ = Nunca, la identificación de los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos mejorar los resultados optimizándolos.  
 $H_1$ = Siempre, la identificación de los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos mejorar los resultados optimizándolos.

**Regla de Decisión:**

Se rechaza  $H_0$  si:

$$t > -t_{1-\alpha}^{(gl)}$$

**Cálculo de “t”:**

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 2.06$$

**Cálculo de  $t_c$ :**

$$t_{1-\alpha}^{(gl)}$$

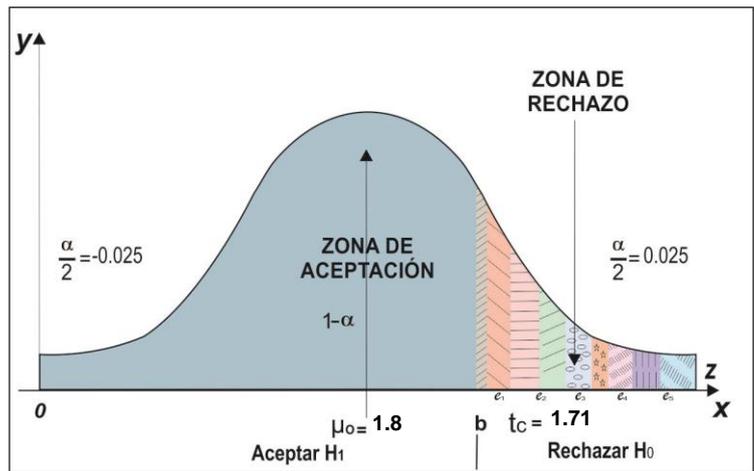
$$t_c = 1.71$$

**Decisión:**

$$t > -t_{1-\alpha}^{(gl)}$$

$$2.06 > 1.71$$

**Cuadro N° 02. Curva Simétrica de Gauss.**



**Interpretación:**

Se acepta la  $H_1$ : “Siempre, la identificación de los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos mejorar los resultados optimizándolos en un 53%, y se rechaza la  $H_0$ ; debido a que el valor de  $t_c = 1.71$ , se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

## PRUEBA DE HIPÓTESIS – HIPÓTESIS ALTERNATIVA “B”.

03. El adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y “queue”, mejoran significativamente la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018

### Cálculo del Estimado Puntual o Centrado: PRUEBA DE HIPÓTESIS.

$$P(\bar{X} - E_0 \leq \mu \leq \bar{X} + E_0) = 1 - \alpha; \quad E_0 = \frac{Z_0 \cdot \delta}{\sqrt{n}}$$

$$2.00 \leq \mu \leq 3.30$$

Cálculo de  $Z_0$  :  $Z_0 = 1.96$

Reemplazando :  $\mu = 2.00$

### Prueba de Hipótesis concerniente a la Media Poblacional:

$$H_0 : \mu = 2.00$$

$$H_1 : \mu > 2.00$$

$H_0$ = Nunca, el adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y “queue”, mejoran significativamente la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018

$H_1$ = Siempre, el adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y “queue”, mejoran significativamente la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018

### Regla de Decisión:

Se rechaza  $H_0$  si:

$$t > -t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

### Cálculo de “t”:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad t = 5.5$$

### Cálculo de $t_c$ :

$$t_{1-\alpha} \text{ (gl)} \quad t_c = 1.95$$

### Decisión:

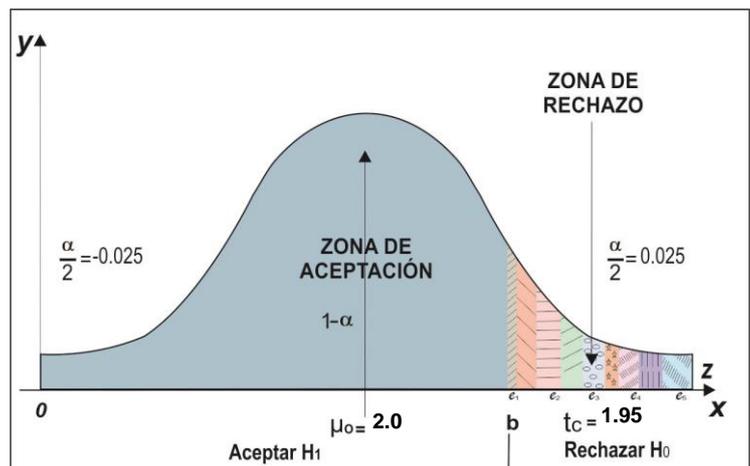
$$t > -t_{1-\alpha} \text{ (gl)}$$

$$5.5 > 1.95$$

### Interpretación:

Se acepta la  $H_1$ : “Siempre, el adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y “queue”, mejoran significativamente en un 47% la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018, y se rechaza la  $H_0$ ; debido a que el valor de  $t_c = 1.95$ , se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

Cuadro N° 03. Curva Simétrica de Gauss.



## 6.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### A. INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de la investigación la hemos sistematizado en una sección de acuerdo a los objetivos planteados, con sus respectivos ítems, siendo los siguientes:

#### **DISTRIBUCIÓN DE LAS FRECUENCIAS DE LA FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ENCUESTAS-INGENIEROS – ESPECIALISTAS.**

- **Para el ÍTEM 02:** ¿Las operaciones unitarias de carguío – acarreo del minado generalmente está en función de las condiciones entre el nivel de las vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de la masa rocosa de los taludes inestables?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 02 / CUADRO PORCENTUAL N° 02/ GRÁFICO DE BARRAS N° 02. En el CUADRO PORCENTUAL, observamos que la media ( $\bar{X}= 2,2500$ ) es el estadígrafo que se localiza en el centro de la distribución como: CASI SIEMPRE (69,4%), en relación a que las operaciones unitarias de carguío – acarreo del minado generalmente está en función de las condiciones entre el nivel de las vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de la masa rocosa de los taludes inestables. La mediana ( $Me= 2,00$ ), por sus valores está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos, no existe ninguna respuesta. La moda ( $Mo= 2,00$ ), es unimodal en la escala nominal, tiene la mayor concentración de frecuencias, se observa en: CASI SIEMPRE, con un 69,4%, en relación a que las operaciones unitarias de carguío – acarreo del minado generalmente está en función de las condiciones entre el nivel de las

vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de la masa rocosa de los taludes inestables.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ( $S^2 = ,421$ ) con relación a la media ( $\bar{X} = 2,2500$ ) y su rendimiento con respecto a que las operaciones unitarias de carguío – acarreo del minado generalmente está en función de las condiciones entre el nivel de las vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de la masa rocosa de los taludes inestables, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor de dispersa ( $S = ,64918$ ) con relación a la varianza ( $S^2 = ,421$ ) y pequeña con la media ( $\bar{X} = 2,2500$ ), en relación a que las operaciones unitarias de carguío – acarreo del minado generalmente está en función de las condiciones entre el nivel de las vibraciones del terreno causadas por las voladuras y los desplazamientos de la masa rocosa de los taludes inestables. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V. = 27,08%), consecuentemente se da una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 2,2500$ ).

En la PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL, se acepta la Hipótesis Alternativa  $H_1$ : Siempre, la aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza significativamente en un 75% las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca, y se rechaza la  $H_0$ : debido a que el valor de  $t_c = +/- 1.04$  se encuadra en la zona de rechazo derecha e izquierda del Coeficiente de Pearson (Curva Simétrica de Gauss).

- **Para el ÍTEM 12:** ¿La productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte?.

CUADRO DE ESTADÍSTICOS Nº 12 / CUADRO PORCENTUAL Nº 12 / GRÁFICO CIRCULAR Nº 12. En el CUADRO PORCENTUAL, podemos observar que la media ( $\bar{X}= 1,9722$ ) es el estadígrafo que se localiza en el centro de gravedad como: CASI SIEMPRE (63,9%) y SIEMPRE (27,8%), en relación a que la productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte. La mediana ( $Me= 2,00$ ), no supera a más de la mitad de las "n" observaciones, por lo que tiene un sesgo acentuado a la derecha. La moda ( $Mo= 2,00$ ), en la escala nominal, es la de mayor concentración de frecuencias, es decir el valor que más se repite: CASI SIEMPRE (63,9%), en relación a que la productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, tienen un grado de dispersión, donde la varianza muestral es menor ( $S^2= 1,056$ ) con relación a la media ( $\bar{X}= 1,9722$ ) y su rendimiento con respecto a que la productividad de las operaciones mineras están en función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es menor ( $S= 1,02779$ ) con relación a la varianza ( $S^2= 1,056$ ) y menor con la media ( $\bar{X}= 1,9722$ ), en la magnitud de que la productividad de las operaciones mineras están en

función del "% de disposición mecánica" calculada en función a las horas programadas de trabajo de los equipos de transporte. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.= 27,74%), consecuentemente existe una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 1,9722$ ).

En la PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA "A", se acepta la Hipótesis Alternativa,  $H_1$ : "Siempre, la identificación de los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos mejorar los resultados optimizándolos en un 53%; debido a que el valor de  $t_C = 1.71$ , se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

- **Para el ÍTEM 08:** ¿La disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de la operaciones unitarias?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS Nº 08 / CUADRO PORCENTUAL Nº 08 / GRÁFICO DE BARRAS Nº 08. En el CUADRO PORCENTUAL, se observa que el valor central de la progresión aritmética ( $\bar{X} = 2,0556$ ), es el estadígrafo que se localiza en la parte central de las frecuencias acumuladas como: A VECES (41,7%) y SI (36,1%), en relación a que la disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de la operaciones unitarias. La mediana ( $Me = 2,00$ ), como valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las "n" observaciones, presenta un

acentuado sesgo hacia la derecha por sus valores. La moda ( $M_o = 3,00$ ), como el valor de la variable que se presenta con mayor frecuencia, es decir el valor que más se repite, en la escala nominal es el mayor, como actividad: A VECES (41,7%), en relación a que la disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias.

En cuanto a las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ( $S^2 = ,797$ ) con relación a la media ( $\bar{X} = 2,0556$ ) y su rendimiento con respecto a que la disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias, es HETEROGÉNEO; presentan una desviación estándar que es mayor ( $S = ,89265$ ) con relación a la varianza ( $S^2 = ,797$ ) y menor con la media ( $\bar{X} = 2,0556$ ), en la magnitud de que la disposición del equipo de carguío está calculada en función de la cantidad de horas planeadas a cumplir dentro de las operaciones de contratación de los equipos dentro de las operaciones unitarias. El coeficiente de variación es menor del 50% (C.V.= 28,17%), por tal motivo se da una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 2,0556$ ).

En la PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA “B”, se acepta la Hipótesis Alternativa  $H_1$ : “Siempre, el adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y “queue”, mejoran significativamente en un 47% la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018, y se

rechaza la  $H_0$ ; debido a que el valor de  $t_c = 1.95$ , se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson).

- **Para el ÍTEM 06:** ¿El empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva al ahorro de tiempo, reduce la dilución en los contactos de mineral / desmonte y la necesidad de trabajos topográficos de levantamiento?.

CUADRO DE ESTADÍSTICOS Nº 06 / CUADRO PORCENTUAL Nº 06 / GRÁFICO DE BARRAS Nº 06, se puede observar que el valor central de la progresión aritmética ( $\bar{X} = 1,00$ ), es el estadígrafo que se localiza en el centro de las distribuciones estadísticas como: SI (100%), en relación a que el empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva al ahorro de tiempo, reduce la dilución en los contactos de mineral / desmonte y la necesidad de trabajos topográficos de levantamiento. La mediana ( $Me = 1,00$ ), como aquel valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las "n" observaciones, está sesgado a la derecha. La moda ( $Mo = 1,00$ ) es el valor de la variable que se presenta con mayor frecuencia, en la escala nominal, presenta la mayor concentración con la actividad: SI (100%), en relación a que el empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva al ahorro de tiempo, reduce la dilución en los contactos de mineral / desmonte y la necesidad de trabajos topográficos de levantamiento.

Para las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión en relación a la varianza muestral es menor ( $S^2 = ,00$ ) con relación a la media ( $\bar{X} = 1,00$ ) y su

rendimiento con respecto a que el empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva al ahorro de tiempo, reduce la dilución en los contactos de mineral / desmote y la necesidad de trabajos topográficos de levantamiento, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es igual de dispersa ( $S = ,00$ ) con relación a la varianza ( $S^2 = ,00$ ) y pequeña con la media ( $\bar{X} = 1,00$ ), en la magnitud de que el empleo del GPS puede ser combinado con información de los polígonos de minado para medir y controlar la ley de mineral, esto conlleva al ahorro de tiempo, reduce la dilución en los contactos de mineral / desmote y la necesidad de trabajos topográficos de levantamiento. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.= 29.48%), consecuentemente existe una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 1,00$ ).

- **Para el ÍTEM 01:** ¿Los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 01 / CUADRO PORCENTUAL N° 01 / GRÁFICO DE BARRAS N° 01. En el CUADRO PORCENTUAL, observamos que la media ( $\bar{X} = 1,7778$ ) es el estadígrafo que se localiza en el centro de la distribución como: CASI SIEMPRE (44,4%) y SIEMPRE (38,9%), en relación a que los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado. La mediana ( $Me = 2,0$ ), por sus valores

está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos, no existe ninguna respuesta. La moda ( $M_o = 2,0$ ), es unimodal en la escala nominal, tiene la mayor concentración de frecuencias, se observa en: CASI SIEMPRE, con un 44,4%, que los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ( $S^2 = ,521$ ) con relación a la media ( $\bar{X} = 1,7778$ ) y su rendimiento con respecto a que los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor de dispersa ( $S = ,72155$ ) con relación a la varianza ( $S^2 = ,521$ ) y menor con la media ( $\bar{X} = 1,7778$ ), en la magnitud de que los parámetros geotécnicos utilizados tienen por objetivo evaluar el comportamiento o condiciones de estabilidad de la masa rocosa con el fin de definir en primera aproximación los ángulos de sus taludes, apoyando así al planeamiento y diseño del minado. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.=31,10%), consecuentemente se da una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 1,7778$ ).

- **Para el ÍTEM 11:** ¿Los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado?.

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 23 / CUADRO PORCENTUAL N° 23 / GRÁFICO CIRCULAR N° 23. En el CUADRO PORCENTUAL, podemos observar que la media ( $\bar{X} = 1,3889$ ) es el estadígrafo que se localiza en el centro de gravedad como: SIEMPRE (69,4%) y CASI SIEMPRE (22,2%), en relación a que los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado. La mediana ( $Me = 1,00$ ), no supera a más de la mitad de las "n" observaciones, por lo que tiene un sesgo acentuado a la derecha. La moda ( $Mo = 1,00$ ), en la escala nominal, es la de mayor concentración de frecuencias, es decir el valor que más se repite: SIEMPRE (69,4%), en relación a que los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado.

En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, tienen un grado de dispersión, donde la varianza muestral es menor ( $S^2 = ,416$ ) con relación a la media ( $\bar{X} = 1,3889$ ) y su rendimiento con respecto a que los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor ( $S = ,64488$ ) con relación a la varianza ( $S^2 = ,416$ ) y menor con la media ( $\bar{X} = 1,3889$ ), en la magnitud de que los "Indicadores claves de desempeño del acarreo" toman en cuenta la información histórica de los controles operativos y la capacidad de la flota con la que se cuenta en las operaciones de minado. El coeficiente de variación, es menor del 50% ( $C.V. = 32,28\%$ ),

consecuentemente existe una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 1,3889$ ).

- **Para el ÍTEM 04:** ¿La adición de “Glonass” al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 04 / CUADRO PORCENTUAL N° 04 / GRÁFICO DE BARRAS N° 04. En la TABLA DE FRECUENCIA, observamos que la media ( $\bar{X} = 1,2500$ ) es el estadígrafo que se localiza en el centro de la distribución como: SI (91,7%) y CASI SIEMPRE (8,3%) que la adición de “Glonass” al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar. La mediana ( $Me = 1,00$ ), por sus valores está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos, no existe ninguna respuesta. La moda ( $Mo = 1,00$ ), es unimodal en la escala nominal, tiene la mayor concentración de frecuencias, se observa en: SI, con un 91,7%, que la adición de “Glonass” al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar. La mediana ( $Me = 1,00$ ), por sus valores está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos, no existe ninguna respuesta. En las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ( $S^2 = ,707$ ) con relación a la media ( $\bar{X} = 1,2500$ ) y su rendimiento con respecto a que la adición de “Glonass” al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar. La mediana ( $Me = 1,00$ ), por sus valores está totalmente sesgada a la derecha, por los datos extremos,

no existe ninguna respuesta, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor de dispersa ( $S = ,84092$ ) con relación a la varianza ( $S^2 = ,707$ ) y pequeña con la media ( $\bar{X} = 1,2500$ ), en la magnitud de que la adición de “Glonass” al GPS incrementa significativamente la disponibilidad de satélites, proveyendo un buen control y posicionamiento exacto del objetivo a trabajar. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.= 32,32%), consecuentemente se da una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 1,2500$ ).

- **Para el ÍTEM 15:** ¿La improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío (Vb, FM, y FOc?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 15 / CUADRO PORCENTUAL N° 15 / GRÁFICO CIRCULAR N° 15. En el CUADRO PORCENTUAL, se observa que el valor central de la progresión aritmética ( $\bar{X} = 1,8333$ ), es el estadígrafo que se localiza en la parte central de las frecuencias acumuladas como: CASI SIEMPRE (66,7%) y SIEMPRE (25,0%), en relación a que la improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío (Vb, FM, y FOc. La mediana ( $Me = 2,00$ ), como valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las “n” observaciones, presenta un acentuado sesgo hacia la derecha por sus valores. La moda ( $Mo = 2,00$ ), como el valor de la variable que se presenta

con mayor frecuencia, es decir el valor que más se repite, en la escala nominal es el mayor, como actividad: CASI SIEMPRE (66,7%), en relación a que la improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío (Vb, FM, y FOc

En cuanto a las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión de la varianza muestral es menor ( $S^2 = ,314$ ) con relación a la media ( $\bar{X} = 1,8333$ ) y su rendimiento con respecto a que la improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío (Vb, FM, y FOc, es HETEROGÉNEO; presentan una desviación estándar que es mayor ( $S = ,56061$ ) con relación a la varianza ( $S^2 = ,314$ ) y menor con la media ( $\bar{X} = 1,8333$ ), en la magnitud de que la improductividad y el elevado costo operativo están asociados a las vías en mal estado, inoportuna programación de los mantenimientos correctivos, y acumulación de materiales excedentes en las bermas y deficiente cálculo en las operaciones unitarias de carguío (Vb, FM, y FOc. El coeficiente de variación es menor del 50% (C.V.= 32,49%), por tal motivo se da una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 1,8333$ ).

- **Para el ÍTEM 07:** ¿La implementación de los indicadores de desempeño en la operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras?

CUADRO DE ESTADÍSTICOS N° 07 / CUADRO PORCENTUAL N° 07 / GRÁFICO DE BARRAS N° 07, se puede observar que el valor central de la progresión aritmética ( $\bar{X}= 1,4167$ ), es el estadígrafo que se localiza en el centro de las distribuciones estadísticas como: SI (80,6%) y CASI SIEMPRE (8,3%), en relación a que la implementación de los indicadores de desempeño en la operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras. La mediana ( $Me = 1,00$ ), como aquel valor que no es superado, ni supera a más de la mitad de las “n” observaciones, está sesgado a la derecha. La moda ( $Mo= 1,00$ ) es el valor de la variable que se presenta con mayor frecuencia, en la escala nominal, presenta la mayor concentración con la actividad: SI (80,6%), que la implementación de los indicadores de desempeño en la operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras.

Para las MEDIDAS DE DISPERSIÓN, el grado de dispersión en relación a la varianza muestral es menor ( $S^2= ,879$ ) con relación a la media ( $\bar{X}=1,4167$ ) y su rendimiento con respecto a que la implementación de los indicadores de desempeño en la operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de las operaciones mineras, es HETEROGÉNEO; la desviación estándar es mayor de dispersa ( $S= ,93732$ ) con relación a la varianza ( $S^2= ,879$ ) y pequeña con la media ( $\bar{X}= 1,4167$ ), en la magnitud de que la implementación de los indicadores de desempeño en la operaciones unitarias de carguío y acarreo se toma en cuenta principalmente para evaluar la capacidad productiva de

las operaciones mineras. El coeficiente de variación, es menor del 50% (C.V.=32,81%), consecuentemente existe una alta representatividad de la media aritmética ( $\bar{X} = 1,4167$ ).

## CONCLUSIONES

1. Respecto al OBJETIVO GENERAL, según las estimaciones interválicas de las medias poblacionales, del análisis estadístico se llegó a determinar que la aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza significativamente en un 75% las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca , con un cálculo de “t”= 2.4 y de “t<sub>c</sub>” =+/- 1.04, para la toma de decisión, en la unidad de análisis.
2. En relación al OBJETIVO ESPECÍFICO “A”, según la evaluación y análisis efectuado se llegó a determinar que identificación de los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos mejorar los resultados optimizándolos en un 53%, y se rechaza la H<sub>0</sub>; debido a que el valor de t<sub>c</sub> =1.71, se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson), luego de haber obtenido el valor de: cálculo de t= 2.06 y de t<sub>c</sub>= 1.71, para la regla de decisión.
3. Respecto al OBJETIVO ESPECÍFICO “B”, según el análisis y evaluación de las estimaciones interválicas de las medias poblacionales, se llegó a determinar que el adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y “queue”, mejoran significativamente en un 47% la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de

Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, y se rechaza la  $H_0$ ; debido a que el valor de  $t_c = 1.95$ , se encuadra en la zona de rechazo derecha de la Curva Simétrica de Gauss (Coeficiente de Pearson), con un cálculo de  $t = 5.5$  y de  $t_c = 1.95$ , para la toma de decisión, en la unidad de análisis.

4. El Análisis de Fiabilidad y de Correlación de los resultados obtenidos en la investigación, se determinó su eficiencia con la aplicación de la ficha técnica de recolección de datos (Encuesta), el cual arrojó los siguientes estimados:

- Sección N° 01. (Encuesta 1ra. Parte: Especialistas): Alfa de Cronbach: .617; para la estimación curvilínea de las variables se obtiene una ecuación lineal con una “R” cuadrática de ,134; una fiabilidad de 5,258, con 1 grado de libertad con una significancia de ,028 y una constante de 2,835
- Sección N° 02. (Encuesta 2da. Parte: Datos de Campo): Alfa de Cronbach: .624; para la estimación curvilínea de las variables se obtiene una ecuación lineal con una “R” cuadrática de 0.426; una fiabilidad de 2,973, con 1 grado de libertad con una significancia de ,160 y una constante de 680,054 estos valores nos indican que el procedimiento y la metodología empleada para el análisis estadístico fue la adecuada, porque dichos valores están en el rango cercano a 0.

5. En cuanto al Factor Anova encontramos:

- Sección N° 01. (Encuesta 1ra. Parte: Ingenieros - Especialistas):

Fiabilidad: 1,136 y una Significancia de: 0,36 nos indican que las dos variables propuestas en la presente investigación están relacionadas en base a sus frecuencias estadísticas y medias poblacionales.

## RECOMENDACIONES

1. La disponibilidad del sistema debe estar por el 95% para asegurar que se obtengan los mejores beneficios con el sistema.
2. Se recomienda que todos los integrantes del Control de despacho tengan un nivel de ingeniería, con el objetivo de entender los objetivos del sistema.
3. Se tiene que garantizar una capacitación continua de los despachadores y de la administración para asegurar el buen uso del sistema.
4. Crear una cultura de seguridad basado en los parámetros con el objetivo de minimizar las demoras y condiciones que nos afectan directamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AMES, Víctor. (2015). Diseño de las mallas de perforación y voladura utilizando la energía producida por las mezclas explosivas. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Pág. 76.
2. BARRIENTOS GONZÁLES, V. (2014). Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto. Tesis Ing. Civil de Minas. Chile. Universidad de Chile. Pág. 98.
3. CODELCO - EDUCA. (2017). Proceso productivo del cobre (en línea, sitio web). Pág. 143.
4. CARVAJAL, Jorge. (2015). Desarrollo e implementación de un nuevo plan de mantenimiento para equipos de perforación diamantina. Colombia. Pág. 87.
5. CRIMMINS, Samuels. (2017). Trabajos de Construcción en Roca. México: Limusa. Pág. 82.
6. DEP. OF MINING ENGINEERING. (2012). Performance evaluation of bucket based excavating, loading and transport (belt) equipment - an OEE aproach. Pág. 184.
7. ESCAMILLA LÓPEZ, M., Meza Jiménez, J., Llamas Cabello, R. (2011). Estudio de Productividad del Equipo de Carga en una Mina de Mineral de Fierro a Cielo Abierto. Revista Conciencia Tecnológica. Colima-México. Pág. 72.

8. ERAZO, Manuel. (2013). Apuntes sobre la Geología y Estructura del Valle de Cuenca. Ecuador: Universidad de Cuenca. Pág. 182.
9. GUERRERO VALQUI, J. (2017). Proceso productivo de Cerro Corona. In Aniversario de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas UNC. Cajamarca- Perú). Pág. 25.
10. GUTIÉRREZ PULIDO, H. (2010). Calidad total y productividad. Tercera Edición. México DF, México, Mc Graw Hill/Interamericana editores S.A. Pág. 69.
11. GOLD FIELDS, R. (2017). Alcance de operación: Servicio de Minado. 1. Cajamarca- Perú. Pág. 81.
12. GOLD FIELDS, R. (2015). Proceso productivo. Pág. 199.
13. HISSEM, B., y VILIM, P. (2012). Loading and Hauling. Quarry Academy, Improving Process, Instilling experience. Colorado, Estados Unidos. Pág. 75.
14. INGENIERÍA DE MINAS. (2012). Operaciones Unitarias: Carguío y Transporte. Pág. 175.
15. LOPEZ JIMENO, C. (2013). Manual de Arranque Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto. 4° Ed. Instituto Geo minero de España. Pág. 49.
16. MADRID CARRASCO, A. (2015). Determinación de granulometría y estrategia de extracción de material minero para un LHD minero por medio de mediciones laser. Tesis Ing. Civil eléctrico. Chile. Universidad de Chile. Pág. 88.

17. MARÍN AGUILAR, C. (2016). Incremento de la productividad en el carguío y acarreo en frentes que presentan altos contenidos de arcillas al utilizar un diseño de lastre adecuado, Minera Yanacocha, Perú. Tesis Ing. de Minas. Perú. Universidad Privada del Norte. Pág. 183.
18. MINE- SENSE. (2015). Manual de Operación: Administrador. Primera Edición. Cajamarca- Perú. Pág. 186.
19. MINE- SENSE. (2017). Módulo de operadores de Carguío CP. Segunda Edición. Cajamarca- Perú. Pág. 163.
20. MATAMALA, Cristian. (2013). Costo de oportunidad en la utilización de los sistemas de despacho en minería a cielo abierto. Chile: Universidad de Chile. Pág. 93.
21. MENDIETA, Frank y GUZMÁN, Víctor. (2013). Evaluación Geomecánica del Macizo Rocosó en la Cantera de Materiales de Construcción "Las Victorias". Ecuador. Pág. 65.
22. NICHOLS, H. (2017). Manual de Excavaciones Movimiento de Tierras. 8° Ed. Mexico. Edit. Continental. Pág. 65.
23. OYARSUN, Roberto. (2011). Introducción a la geología de minas exploración y evaluación. España: Ediciones GEmm. Pág. 90.
24. PORTER, M. (2016). Ventaja Competitiva. Ed. 18° México. Pág. 126.
25. ROJAS TINOCO, S. (2014). Mejoramiento de la performance y gestión del dispatch en Cerro Verde. Tesis Ing. de Minas. Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Pág. 138.

- 26.** SALDAÑA TUMBAY, A. (2013). Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Chaquicocha bajo clima severo - Minera Yanacocha. Tesis Ing. de Minas. Lima- Perú, Universidad Nacional de Ingeniería. Pág. 83.
- 27.** SALAS, Alberto. (2012). Importancia y desafíos de la mediana minería. [En línea], Chile: Sociedad Nacional de Minería. Pág. 77.
- 28.** TIKTIN JUAN, A. (2016). Movimiento de Tierras. 5° Ed. Madrid Barcelona. Pág. 128.

**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Titulado “OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES UNITARIAS DE CARGUÍO Y ACARREO EN LA MINA TAJO NORTE DE SOCIEDAD MINERA EL BROCAL, IMPLEMENTANDO EL SISTEMA DE DESPACHO MINE SENSE”**

<b>PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICOS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cómo puede optimizarse las operaciones unitarias de carguío y acarreo, implementando el sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El brocal – Unidad Colquijirca?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b> ¿Qué inconvenientes técnicos presenta el sistema de control manual – visual, empleado en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca?</p> <p>¿Cómo mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Optimizar las operaciones unitarias de carguío y acarreo mediante el sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense), para lograr una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> Identificar los inconvenientes técnicos que presenta el sistema de control manual – visual, empleado en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca.</p> <p>Mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca Cerro de Pasco.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> La aplicación del sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense) optimiza las operaciones unitarias de carguío y acarreo, logrando una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS:</b> Si se identifica los inconvenientes técnicos que se presentan en el sistema de control manual – visual, en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca, entonces podremos optimizar los resultados.</p> <p>El adecuado control de factores como “di grate”, “hang”, y “queue”, mejoran significativamente la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad minera El Brocal – Unidad Colquijirca.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Sistema de Despacho Mine Sense</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Productividad de carguío y acarreo</p>	<p><b>TÉCNICAS</b> Recolección de datos mediante Encuestad</p> <p><b>INSTRUMENTOS</b> Fichas de parámetros de producción</p>	<p>De acuerdo a la naturaleza de nuestra investigación, es de caracter <b>descriptivo y analítico.</b></p> <p>Diseño de investigación será <b>experimental</b></p>

## Anexo 2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### VARIABLE INDEPENDIENTE (y): SISTEMA DE DESPACHO MINE SENSE.

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE - ÍTEMS																					
<p>Conceptualmente se define como un sistema de monitoreo y control remoto para flotas de camiones minero, que a la fecha se viene implementando con equipos auxiliares por lo que su evaluación y mejoras se dan en forma permanente de acuerdo a los nuevos requerimientos de los centros mineros para el carguío y acarreo de minerales, cuyo objetivo es optimizar las principales condiciones de la mina en cuanto a productividad.</p>	<p>Operacionalmente se define como un software administrador para los sistemas de flotas de camiones mineros que operan en minas y gerentes, permitiendo mejorar la productividad de la mina y a la vez permite mejorar prácticas para dar soluciones eficientes a la industria minera. Definida como una filosofía para mantener y mejorar diferentes procesos mineros que utilizan variables críticas, cambios operativos, información y tecnología.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Algoritmo inteligente</li> <li>▪ Concepto estratégico</li> <li>▪ Optimización</li> <li>▪ Indicadores</li> <li>▪ Ciclo específico</li> <li>▪ Sistemas operativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacidad de hacer frente a situaciones complicadas mineras, sistema lógico con 6 variables filosóficas.</li> <li>▪ Basado en el sistema operativo Managment: planificar- hacer- verificar, y actuar.</li> <li>▪ La plataforma se centra en la optimización de flotas y usabilidad.</li> <li>▪ Usa indicadores de desempeño críticos para todos los niveles de supervisión.</li> <li>▪ Realiza un ciclo detallado e información de actividad minera.</li> <li>▪ Capaz de integrar diferentes sistemas operativos: Geología y planificación, proceso, y minería.</li> </ul>	<p>Las categorías diagnósticas consideradas para el instrumento están basadas en las puntuaciones directas del instrumento y tomando como criterio que la máxima puntuación revela, optimizar las operaciones unitarias de carguío y acarreo mediante el sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense), para lograr una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca</p> <p style="text-align: center;"><b>Categorías Diagnósticas:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Cat. Dx.</th> <th style="width: 20%;">Rango</th> <th style="width: 60%;">Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▪ Muy favorable</td> <td style="text-align: center;">17-20</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td>▪ Favorable</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>▪ Media</td> <td style="text-align: center;">14-17</td> <td style="text-align: center;">80</td> </tr> <tr> <td>▪ Desfavorable</td> <td style="text-align: center;">11-14</td> <td style="text-align: center;">60</td> </tr> <tr> <td>▪ Muy desfavorable</td> <td style="text-align: center;">8-11</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">5-8</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Ítems:</b> a= 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1. <b>Total = 15 puntos.</b> Escala de Licker.</p>	Cat. Dx.	Rango	Puntaje	▪ Muy favorable	17-20	100	▪ Favorable			▪ Media	14-17	80	▪ Desfavorable	11-14	60	▪ Muy desfavorable	8-11	40		5-8	20
Cat. Dx.	Rango	Puntaje																							
▪ Muy favorable	17-20	100																							
▪ Favorable																									
▪ Media	14-17	80																							
▪ Desfavorable	11-14	60																							
▪ Muy desfavorable	8-11	40																							
	5-8	20																							

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	FORMA DE MEDIR
<p><b>TÉCNICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Observación</li> <li>▪ Entrevista</li> <li>▪ Encuesta</li> </ul> <p><b>INSTRUMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ficha de Observación</li> <li>▪ Guía de Entrevista</li> <li>▪ Cuestionario de Encuesta</li> </ul>	<p>Las técnicas e instrumentos se han estructurado de acuerdo al objetivo que es, identificar los inconvenientes técnicos que presenta el sistema de control manual – visual, empleado en las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unida Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variable:           Cualitativa -                           Cuantitativa</li> </ul>	<p>Nominal</p>	<p>Directa: Polítoma</p>

**VARIABLE DEPENDIENTE (x): PRODUCTIVIDAD DE CARGUÍO Y ACARREO**

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR QUE ADOPTA LA VARIABLE - ÍTEMS															
Se define conceptualmente como las etapas que forman parte de un proceso de explotación a tajo abierto, refiriéndose específicamente a la carga de material mineralizado del yacimiento, ésta se realiza en las bermas de carguío las que están especialmente diseñadas para esta actividad. Consiste en acarrear el mineral disparado de un tajo hacia el shute.	Operacionalmente se define como el traslado corto de material roto en la mina, es decir que este transporte tiene limitaciones, o tiene un determinado radio de acción y que estarán ubicados en los frentes de operación minera, destinados básicamente para el transporte de mineral a distancias preestablecidas sin limitaciones de ningún tipo, usado también para tender el relleno convencional de un tajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Componentes</li> <li>▪ Secuencia técnica</li> <li>▪ Comunicación horizontal</li> <li>▪ Tiempos muertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rastrillo, cuchara de arrastre o scraper, winche o cabrestante, roldana o polea, cable metálico, y plataforma o base de apoyo.</li> <li>▪ Preparación de la zona de trabajo, posicionamiento de equipos, retiro del material volado desde el frente de trabajo, traspaso del material al equipo de transporte dispuesto para el traslado, transporte del material a su lugar de destino, descarga del material, y retorno del equipo de transporte al punto de carguío.</li> <li>▪ Camiones que esperan para ser cargados, cobertura insuficiente de la demanda de las palas, y paradas no progr.</li> </ul>	<p>Las categorías diagnósticas consideradas para el instrumento están basadas en las puntuaciones directas del instrumento y tomando como criterio que la máxima puntuación revela, optimizar las operaciones unitarias de carguío y acarreo mediante el sistema de control computarizado de despacho de volquetes (Mine Sense), para lograr una alta productividad y un eficiente control de las operaciones en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca – Cerro de Pasco. 2018</p> <p><b>Categorías Diagnósticas:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cat. Dx.</th> <th>Rango</th> <th>Puntaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>▪ Muy bueno</td> <td>80-100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>▪ Bueno</td> <td>50-70</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>▪ Regular</td> <td>20-40</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>▪ Inadecuado</td> <td>0-10</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Ítems:</b> a = 5, b = 4, c = 3, d = 2, e = 1. <b>Total</b> = 15 puntos. Escala de Licker</p>	Cat. Dx.	Rango	Puntaje	▪ Muy bueno	80-100	100	▪ Bueno	50-70	75	▪ Regular	20-40	50	▪ Inadecuado	0-10	25
Cat. Dx.	Rango	Puntaje																	
▪ Muy bueno	80-100	100																	
▪ Bueno	50-70	75																	
▪ Regular	20-40	50																	
▪ Inadecuado	0-10	25																	

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	PROCEDIMIENTOS	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	FORMA DE MEDIR
<p><b>TÉCNICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Observación</li> <li>▪ Entrevista</li> <li>▪ Encuesta</li> </ul> <p><b>INSTRUMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ficha de Observación</li> <li>▪ Guía de Entrevista</li> <li>▪ Cuestionario de Entrevista</li> </ul>	Las técnicas e instrumentos se han estructurado de acuerdo al objetivo que es, mejorar la eficiencia de las operaciones unitarias de carguío y acarreo en la mina Tajo Norte de Sociedad Minera El Brocal – Unidad Colquijirca Cerro de Pasco. 2018.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Variable: Cualitativa – Cuantitativa</li> </ul>	Nominal	Directa: Polítoma

