UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

"OPTIMIZACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE MINERAL CON WINCHE DE IZAJE, PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN EN LA MINA CHALLHUAMAYO DE LA CORPORACION MINERA SANTA TERESA E.I.R.L. – ITUATA"

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. Milton Branly Ramos Avila

Para optar el título profesional de:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2020

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

UNAM SECRETARIA GENERAL

Folio N° 008

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : [X]

Trabajo de Suficiencia Profesional : [ ]

Otro: ..... : [ ]

II. Documento de aprobación para la sustentación:
RESOLUCION DE COMISION ORGANIZADORA N°535-2021-UNAM

Fecha: 10/06/21

III. El Jurado ha dictaminado la (el) TESIS, TITULADO:
"OPTIMIZACION DE LA EXTRACCION DE MINERAL CON WINCHE DE IZAJE PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION EN LA MINA CHALLHUAMAYO DE LA CORPORACION MINERA SANTA TERESA E.I.R.L. ITUATA".

Bachiller: MILTON BRANLY RAMOS AVILA

Asesor Principal: Mgr. JORGE LUIS TOMAS FLOREZ SALAS

Co-Asesor : MSC. ERNESTO CARICANO FLORES

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial [ ] Virtual [X]

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí [X] No [ ]

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 10:30 horas, del 15 de JUNIO del año 2021 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
MARCOS LUIS QUISPE PEREZ
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
AGAPITO FLORES JUSTO
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
JESUS A. DURAN ESTUCO
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
Milton Branly Ramos Avila
(Nombres y Apellidos)

DEDICATORIA

A Dios por nuestra existencia, a mi familia y mis padres que siempre me brindaron su apoyo incondicional para poder desarrollarme como profesional; a mis docentes universitarios y compañeros de trabajo que me aconsejaron y me brindaron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por velar por mi salud y mi bienestar, y a mi familia por su ayuda, su apoyo incondicional y los ánimos que me dieron para seguir siempre adelante y nunca rendirme.

A la Universidad Nacional de Moquegua, a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas y a los docentes por brindarme los conocimientos para realizar este estudio y ser un profesional.

Expreso mi agradecimiento a la Corporación Minera Santa Teresa E. I. R. L. – Ituata por haberme brindado la oportunidad de haber experimentado nuevas experiencias, aprendiendo y mejorando mis destrezas, formándome como profesional en la industria minera.

RESUMEN

Presente trabajo de investigación titulado “optimización de la extracción de mineral con winche de izaje, para incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la corporación minera santa teresa E.I.R.L. - Ituata”, se encuentra en el Departamento de Puno, Provincia de Carabaya, Distrito de Ituata a una altitud de 2115 msnm, cuyo enunciado general del problema es ¿Cuál es el mejor sistema optimización de la extracción de mineral con winche de izaje, para incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata?, y los enunciados específicos son; ¿En qué medida se optimizará la extracción de mineral con winche de izaje en la unidad minera Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata? Y ¿Cómo el winche de izaje influye en el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata?; tiene como objetivo general; Optimizar la extracción de mineral con winche de izaje, para incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata y como objetivos específicos se tiene: Optimizar la extracción de mineral con winche de izaje en la unidad minera Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata e incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.; la hipótesis general planteada es; La optimización de la extracción de mineral con winche de izaje, permitirá el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación

Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata y como hipótesis específica se tiene; La optimización de la extracción de mineral con winche de izaje en la unidad minera Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata e incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

Con la implementación de un winche de izaje con el cual se incrementa la producción y finalmente en el trabajo de investigación se exponen los resultados de la implementación del winche de izaje y su comparación con el anterior método de extracción que en nuestro caso viene a ser manual con el cual se producía 6.03 TM/guardia y posterior a esta instalación del winche de izaje se logró producir 22.68 TM/Guardia.

Palabras claves: Optimización, extracción, producción, mineral, inclinados, izajes.

ABSTRACT

Present research work entitled “optimization of mineral extraction with lifting winch, to increase production in the Challhuamayo mine of the Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata ”, is located in the Department of Puno, Province of Carabaya, District of Ituata at an altitude of 2,115 meters above sea level, whose general statement of the problem is: What is the best optimization system for mineral extraction with a lifting winch, to increase production at the Challhuamayo mine of the Corporación Minera Santa Teresa EIRL - Ituata ?, and the specific sentences are; To what extent will the extraction of ore with a lifting winch be optimized in the Challhuamayo mining unit of the Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata? And how does the lifting winch influence the increase in production at the Challhuamayo Mine of the Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata?; has as a general objective; Optimize mineral extraction with a lifting winch, to increase production at the Challhuamayo Mine of the Santa Teresa E.I.R.L.Minera Corporation. - Ituata and the specific objectives are: Optimize mineral extraction with a hoisting winch in the Challhuamayo mining unit of the Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata and increase production at the Challhuamayo Mine of the Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata; the general hypothesis raised is; Optimization of mineral extraction with lifting winch, will allow an increase in production at the Challhuamayo Mine of the Santa Teresa E.I.R.L. Mining Corporation. - Ituata and as a specific hypothesis there is; The optimization of the extraction of ore with a lifting winch in the

Challhuamayo mining unit of the Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata and increase production at the Challhuamayo Mine of the Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata.

With the implementation of a lifting winch with which production is increased and finally in the research work, the results of the implementation of the lifting winch are exposed and its comparison with the previous extraction method, which in our case is manual. with which 6.03 MT / guard was produced and after this installation of the izaje winch, 22.68 MT / Guard were produced.

Keywords: Optimization, extraction, production, ore, inclines, hoists.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTO ii
RESUMEN iii
ABSTRACT v
1. CAPÍTULO I 1
INTRODUCCIÓN 1
1.1. Descripción y formulación del problema 1
1.2. Interrogantes de la investigación 3
1.3. Antecedentes 3
1.3.1. A nivel nacional 3
1.4. Objetivos 7
1.4.1. Objetivo general 7
1.4.2. Objetivo especifico 7
1.5. Justificación e importancia 8
1.6. Hipótesis 9
1.6.1. Hipótesis General 9
1.6.2. Hipótesis Específica 9
1.7. Variables 10
1.7.1. Variable independiente 10
1.7.2. Variable dependiente 10
2. CAPÍTULO II 11
MARCO TEÓRICO 11
2.1. Bases teóricas sobre el nivel del tema 11
2.1.1. Sistema de Izaje 11

2.1.2. Extracción por pique de mina 12
2.1.3. Componentes de un sistema de izaje 12
2.1.4. Factores para su construcción 14
2.1.5. Parámetros considerados para el diseño de izaje 14
2.1.6. Incremento de producción 15
2.1.7. Cable de acero 16
2.1.8. Cable de acero y sus elementos 17
2.1.9. Izaje 18
2.1.10. Tipos de winche 19
2.1.11. Equipos para izaje 20
2.1.12. Factores para su construcción 20
2.1.13. Sistemas y normas de seguridad de los winches de izaje 20
2.2. Definición de terminos 25
2.3. Descripción de la unidad minera: 31
Ciclo de minado. 37
Perforación. 37
3. CAPÍTULO III 38
METODOLOGÍA 38
3.1. Tipo y nivel de investigación 38
3.1.1. Tipo 38
3.1.2. Diseño 38
3.1.3. Nivel de investigación 38
3.2. Ámbito temporal y espacial 39
3.2.1. Ubicación Geográfica 41
3.2.2. ACCESO 41

3.3. Población y muestra 42
3.3.1. Población 42
3.3.2. Muestra 42
3.4. Instrumentos 42
3.4.1. Técnicas 42
3.4.2. Hoja de registros de producción 42
3.4.3. Reporte diario de operación 43
3.4.4. Informes semanales y mensuales 43
3.5. Técnicas y procesamiento de recolección de datos 43
4. CAPÍTULO IV 44
RESULTADOS 44
4.1. Resultados 44
4.1.1. Implementación del winche de izaje en el inclinado 020 44
4.1.2. Sistema de extracción de mineral manual y mecanizado en el inclinado 020. 49
5. CAPÍTULO V 60
DISCUSIÓN DE RESULTADOS 60
5.1. Incremento de producción con el sistema de extracción mecanizada 60
5.2. Comprobación de hipótesis: 62
5.3. Gráfico de las medias. 63
5.4. Prueba de comparaciones múltiples 64
5.5. Prueba de Hipótesis General 68
5.5.1. Hipótesis 68
5.5.2. Nivel de significación 68

5.5.3. Estadístico de Prueba 69
5.5.4. Región Critica 69
5.5.5. Cálculos 69
5.5.6. Decisión. 70
CONCLUSIONES 71
RECOMENDACIONES 72
REFERENCIAS 73
6. Bibliografía 73
ANEXOS 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procesa cuantitativo 39

Figura 2. Ubicación de la Mina Santa Teresa. 40

Figura 3. Comparacion manual vs mecanizada de las diferencias del rendimiento de izaje 61

Figura 4. Comparación manual vs mecanizado de la producción mensual manual y mecanizado 62

Figura 5. Medidas marginales estimadas de producción en Kg 64

Figura 6. Producción en Kg vs sacos 66

Figura 7. Producción en Kg vs Días 67

Figura 8. Región critica de aceptación 69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables 10

Tabla 2. Coordenadas UTM – WGS 84 41

Tabla 3. Acceso a la Corporación Minera Santa Teresa 41

Tabla 4. Factor de seguridad para piques e inclinados 48

Tabla 5. Relación entre la potencia del motor de winche y diámetro de cable 49

Tabla 6. Cantidad de sacos de mineral con el sistema de extracción manual 50

Tabla 7. Peso de Mineral por Sacos 50

Tabla 8. Producción Manual 52

Tabla 9. Producción mensual de extracción manual 52

Tabla 10. Señales con luces de operación del winche de izaje del inclinado 020 55

Tabla 11. Ciclo de izaje con tiempos estimados 56

Tabla 12. Tiempo estimado de izaje de mineral 56

Tabla 13. Control de tiempos en la producción mecanizada del winche 57

Tabla 14. Peso de la carga de la tolva U-35 de cada muestra 57

Tabla 15. Producción mensual de extracción mecanizada 58

Tabla 16. Diferencias del rendimiento del sistema de izaje manual y mecanizado 60

Tabla 17. Comparación de valores de producción mensual manual y mecanizado 61

Tabla 18. Análisis de Varianza para los datos de uso de izaje para la extracción de mineral con winche en el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L..... 62

Tabla 19. Prueba de comparaciones múltiples para el factor sacos..... 65

Tabla 20. Prueba de comparaciones múltiples para los días 67

Tabla 21. Estadísticas de grupo 69

Tabla 22. Prueba de muestras independientes 70

LISTA DE ABREVIATURAS Y NOMENCLATURAS

- PMW : Potencia del motor winche neumático
- DT1 : Diámetro mínimo del tambor
- DC : Diámetro del cable
- PM : Carga útil
- PM : Peso del carro minero
- DT 2 : Diámetro máximo del tambor
- HP : Caballo de fuerza
- LT : Longitud del tambor
- E : Intervalo de vueltas seguidas de cable.
- DTm : Diámetro medio del tambor
- FS : Factor de seguridad.
- CM1 : Esfuerzo máximo que soporta el cable
- Cu : Carga útil
- Pu : Peso unitario del cable
- L : longitud del cable
- Au : Oro

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

En la actualidad, y en estos tiempo de globalización en la minería Sudamericana, así como en el Perú, se realizan esfuerzos por mejorar los procesos de mantenimiento del sistema de izaje, en esta tendencia, la unidad minera de Challhuamayo no es ajena a dichos esfuerzos, por ello, sigue desarrollando en la implementación de winche de izaje, recurriendo al uso de recursos humanos y de herramientas que nos permiten lograr mayor rapidez en realizar el adecuado proceso de cambio de cables de acero, su lubricación y prueba de tensión; cada vez que esto es necesario para que la operación de extracción de minerales y el transporte de personal, que debe realizarse de la forma más segura, de acuerdo a los reglamentos internos de seguridad del personal, concordando con el decreto supremo 024-2016-EM de seguridad y salud ocupacional en la minería (MINEN, 2016).

La unidad minera Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L., ubicado en el distrito de Ituata, Provincia de Carabaya, departamento de Puno, actualmente trabaja con el método de explotación

corte y relleno ascendente, el cual garantiza una adecuada recuperación, estabilidad y selectividad del mineral.

Actualmente en la Mina Challhuamayo la extracción de mineral hacia superficie es realizado por labores auxiliares (galerías, chimeneas y subniveles) que se aprovechan con este fin, de manera manual (baldes, sacos de mineral e izaje manual con soga y rondana), ocasionando con ello el excesivo desgaste físico en los trabajadores de mina que se dedican a ejecutar este trabajo, así como también la producción es mínima (5 TM/Guardia) del mismo modo la cantidad de trabajadores que intervienen en esta operación unitaria es relativamente alto (37 trabajadores).

Se requiere profundizar la operación, extraer mineral y desmonte, por estas consideraciones, es necesario implementar un sistema de extracción mecanizada utilizando winches de izaje el cual facilitará el jalado del mineral utilizando 3 personas para la extracción mecanizada, lo cual es adecuada para poder sacar el mineral sin hacer mayor esfuerzo físico y para que el trabajador se siente cómodo y darle comodidad para el trabajo, el mismo que nos permitirá incrementar la producción en menor tiempo posible, por ende disminuirá los costos de extracción de mineral.

1.2. Interrogantes de la investigación

Interrogante general

¿Cuál sería el mejor sistema de optimización de la extracción de mineral para incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata?

Interrogante específica

¿En qué medida se optimizarán los recursos en la extracción de mineral con winche de izaje en la unidad minera Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata?

¿Comó el winche de izaje influye en el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. - Ituata?

1.3. Antecedentes

1.3.1. A nivel nacional

Según Tellería (2002), señala que mientras el mineral no se encuentre a excesiva profundidad, el método de extracción de mineral más habitual es por ejecución de rampas, galerías y túneles que permitan el acceso hasta la zona de minado. Hay momentos en que esta distancia se hace excesiva debido a la profundidad a la que empieza a encontrarse el mineral. Esto se acentúa aún más cuando los sondeos diamantinos que se

efectúan desde dentro de las explotaciones acceden a nuevas zonas aún más profundas en las cuales el mineral está presente. Llegado este momento, uno se ve obligado a replantear el sistema de extracción. La alternativa más usual emplear un sistema de pique vertical que permite el acceso de los operarios a las zonas más profundas de un modo más rentable y rápido, extrayendo el mineral por izado de vagones o skip, bien hasta superficie, bien hasta niveles intermedios. Por ello es frecuente que ciertas minas, a medida que transcurren los años y ven que sus reservas minerales van quedando cada vez más profundas, se replanteen la sustitución de su sistema de extracción habitual por el de izado por piques.

Según Melgar (2010), señala que en un yacimiento minero donde el acceso a la mina no es posible por socavones de cortada o túneles; cuando se quiere profundizar una mina en plena operación o se quiere extraer mineral o desmonte; se quiere introducir materiales, maquinarias y el mismo personal; y no se tiene socavones principales, se recurre a la construcción de piques o rampas.

Según Arias (2013), concluye que a raíz del agotamiento de las reservas actuales de la mina y con el objetivo de extraer en el menor tiempo posible el mineral de los bloques generados entre el Nv.3880 y Nv.3950 de las cuatro vetas principales, es decir, Magaly, Verónica, Daniela y Carol, sumado a la imposibilidad de poder ejecutar laboreos subterráneos desde el mismo Nv.3880 debido a las demoras en acuerdos con la comunidad,

surge la necesidad de realizar un pique inclinado desde el nivel 3950 hacia el nivel 3880 .

Según del Pino (1998), concluye el izaje en la mina mercedes trabaja en tres (3) turnos/día, de los cuales dos turnos son el izaje del mineral y un turno para la profundización del pique, de esta manera no se detiene la operación en la mina y que La sección de un pique varía según las características geomecánicas de la roca, uso que se va a dar el pique, disponibilidad de explotación de la mina, volumen que se va a transportar en ella tanto de materiales para la explotación, ventilación, tipo de sostenimiento del pique, para el caso de mina mercedes la sección es de 2.5 m x 3 m.

Según Mott (2006), indica que en su estudio, sobre el diseño, fabricación y puesta en marcha de máquinas motorizadas para el uso en minería, los resultados son favorables para el desarrollo de la mejora de proceso, ya que es parte importante en el cambio de cables de acero en el sistema de izaje en los piques de socavón, que consiste en el uso de un sistema de lubricación, prueba de tensión y una máquina atril motorizada.

Según Segama (2012), se concluye que las características de la roca (pórfido cuarcífero) permitirá la realización del pique 3. Reemplazando el transporte mixto con el de izaje, se logrará que se obtenga un mayor beneficio del mineral de los niveles inferiores, mezclando con lo de la zona alta y el costo de transporte por tonelada con el sistema actual es de 1.07

$/TM siendo mayor a lo obtenido con el nuevo sistema que es de 0.70 %/TM represente el 65% del actual.

Según Tawanda (1992), señala que los medios primitivos de arrastrar material dentro y fuera del pozo, sin embargo, estas minas a pequeña escala contribuyen en gran medida. Esta falta de equipo de elevación adecuado está colocando una gran cantidad de las limitaciones en las minas a pequeña escala y en general afectan el crecimiento económico del país. La mayoría de los pequeños mineros no tienen capital suficiente para importar montacargas de minas para el levantamiento de mineral, roca de desmonte y personal en el pique. Por lo tanto, estos mineros terminan utilizando métodos inseguros y no económicos para transportar el mineral y la roca de desmonte.

Según Abb (2006), en su folleto “Mine hoist systems Safe and reliable for all needs”, señala que, para piques poco profundos con profundidades de menos de 250 metros, un el alzamiento de un solo tambor es a menudo una alternativa preferida. Normalmente uno se utiliza el transporte, lo que permite un eje más pequeño y óptimo diámetro. Y Los polipastos de doble tambor se pueden usar para todas las profundidades de eje que van desde unos 100 metros hasta ultra profundos hasta 3000 metros. Los tambores gemelos de los polipastos de doble tambor se pueden girar de forma independiente el uno del otro Esto hace que los tambores de tambor también adecuado para minas de niveles múltiples

donde el estiramiento de la cuerda puede convertirse un problema. En ejes profundos, se prefieren los polipastos de doble tambor. Sobre los polipastos de un solo tambor debido a la mayor flexibilidad como, así como su menor carga desequilibrada.

Según Baldeón (2011), expone las alternativas de solución para la mejora de la productividad de estos procesos, realiza un análisis de sus operaciones en función del tiempo, aportando que la gestión del acarreo y transporte, son claves para el incremento de productividad y la disminución de costos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Optimizar la extracción de mineral con winche de izaje para incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

1.4.2. Objetivo especifico

Optimizar los recursos en la extracción de mineral con winche de izaje en la unidad minera Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

Incrementar la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

1.5. Justificación e importancia

El uso de maquinaria y equipo de mayor capacidad de operación en extracción minera justificará la ampliación de capacidad de producción. En la unidad minera Challhuamayo se realiza la extracción en forma manual, utilizando rieles, carretillas tipo “buggy”, tolvas, piques, bidones, baldes y sacos para llenar el carro minero U-35. La búsqueda de incrementar y ampliar la preparación de nuestras labores y profundizar requiere mejorar la extracción de mineral implementando winche izaje para su mejor producción, minimizando la pérdida de tiempo y el costo de extracción.

En la actualidad uno de los desafíos que debe afrontar el ingeniero minero es optimizar los costos en forma científica en el ciclo operativo de una operación minera con relación a los programas y diseños existentes. Los beneficios que resultan de este tipo de rediseño van a permitir obtener el mínimo tiempo de extracción de material dentro de un rango específico y un apilamiento adecuado para facilitar la operación de extracción.

Según Rodríguez (2008) "Optimización de la gestión operativa en interior mina en la unidad Parcoy - Consorcio Minero Horizonte (2006). El proyecto de investigación eleva el cumplimiento de los estándares de operación a un nivel que facilite un óptimo uso de la infraestructura, incrementa las horas efectivas de trabajo de modo que redunde en una mayor productividad, establece controles eficaces e integrados a lo largo de la cadena de producción, establece la diferencia de costos de operación

en los escenarios actual y el propuesto, implementar metodologías que contribuyan a elevar la productividad con el uso de winche de izaje. El trabajo de investigación servirá para resolver problemas prácticos referidos a eficiencia y eficacia de las labores mineras. Además, servirá como fuente confiable para la realización de futuras investigaciones similares.

En consecuencia, el presente trabajo de investigación de tesis es muy importante la implementación de extracción mecanizada de mineral utilizando winche de izaje para incrementar la producción mediante el inclinado 020 de la unidad minera Chalhuamayo. Por lo tanto, este proyecto es viable para su ejecución.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

El uso de izaje para la extracción de mineral con winche permitirá el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

1.6.2. Hipótesis Específica

El uso de izaje para la extracción de mineral permitirá la optimización de los recursos para la extracción de mineral con winche de izaje en la unidad minera Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

El uso de izaje para la extracción de mineral incrementará la producción en la Mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

1.7. Variables

1.7.1. Variable independiente

Optimización de extracción de mineral utilizando winche de izaje en la unidad minera Challhuamayo.

1.7.2. Variable dependiente

Incremento de la producción en la unidad minera Challhuamayo.

Esta comparación se muestra en la Tabla 1 mostrando la Operacionalización de variables con sus respectivos indicadores.

Tabla 1.
Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	INDICE
V.I. Optimización de extracción de mineral utilizando winche de izaje en la Unidad Minera Challhuamayo.	Winche de izaje: Accesorios Potencia del motor	 S/. /accesorio HP
V.D. Incremento de la producción en la Unidad Minera Challhuamayo.	Producción diaria Control de tiempos	TM/día Minutos

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el nivel del tema

2.1.1. Sistema de Izaje

En tanto continúe la tendencia de la explotación de minas profundas, los sistemas de izaje y sus equipos asociados se irán haciendo cada vez más sofisticado, complejos, grandes y caros. Sistema de izaje a través de los piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios, en las minas importantes del Perú, se utiliza el winche como maquina principal de transporte vertical.

El sistema de izaje a través de los Piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios; en las minas importantes del Perú, se utiliza el Winche como maquinaria principal de transporte vertical.

Los piques son labores verticales que sirven de comunicación entre la mina subterránea y la superficie exterior con la finalidad de subir o bajar al personal, material, equipos y el mineral. Dentro de la estructura del pique el sistema que cumple efectivamente la función de bajar y subir los materiales este formado por cinco elementos con sus respectivos.

accesorios y son: Winche o tambora o aparatos de enrollamiento, Cable, Polea, Jaula y/o balde (Skips), Torre o Castillo. (De la Cruz, 2000).

2.1.2. Extracción por pique de mina

La máquina de extracción es equipada con un indicador de profundidad que señala al maquinista la posición de las vasijas de extracción en el pozo; con un tacógrafo, es decir, un indicador auto registrador de la velocidad de movimiento de aquella y con otros dispositivos que garantizan la seguridad de la extracción. Los tambores de las máquinas de extracción suelen ser cilindros o cónicos. El diámetro del tambor debe ser, cuanto menos, 80 veces mayor que el de cable enrollado. (Borisov,1991).

Es un método de extracción que iza el mineral a través de un pique, la carga se deposita en los skips y este es izado por medio de un winche eléctrico. En la parte superior, tiene un sistema de descarga hacia una tolva de almacenamiento de mineral. (Grimaldo, 2006).

2.1.3. Componentes de un sistema de izaje

Dependiendo de las dimensiones y necesidades, un winche de izaje tiene los componentes.

Tambora (una o dos).

Son cilindros metálicos donde se enrolla el cable. Podríamos hablar del enrollado activo que es el cable que verdaderamente trabaja y el enrollado

de reserva para los cortes reglamentarios que dispone la ley de seguridad y para reducir el esfuerzo ejercido por el cable, a la unión con el tambor.

Motor.

Es el propulsor de la acción mecánica, es el que realiza el trabajo de izaje. Las características del motor se eligen de acuerdo al requerimiento y la capacidad de la carga que se quiere izar y a las dimensiones y modelo del pique

Sistema de seguridad: Lilly control, frenos, etc.

Es el dispositivo encargado de regular la velocidad, este actúa en caso de una súbita aceleración o desaceleración de la velocidad, ocasionado por una posible falla mecánica, el Lilly control, acciona el dispositivo de emergencia del sistema de izaje.

Palanca de control.

Son los dispositivos de control y manejo del Winche. Estos deben ser manipulados sólo por el operador o maquinista autorizado.

Cable.

Dependiendo del tipo de izaje en los winches; ya sea por fricción o enrollamiento; los cables de izaje pueden ser fabricados de aluminio o de alambre de acero; los mismos que, son colocados ordenadamente para desempeñar el trabajo de izar los skip o las jaulas. Para formar cables, se

arrolla un gran número de hilos de aluminio o acero de alta resistencia (entre 130 y 180 kg/mm2). Estos hilos se disponen en cordones y torones, según sea el caso.

Los tipos de Cable pueden ser de acuerdo a su torcido:

- Regular: Los alambres del torón, están torcidos en dirección opuesta a la dirección de los torones del cable.

- Tipo Lang: Los torones en un cable tipo Lang, están torcidos en la misma dirección (lang derecho o lang izquierdo).

Los cables con torcido lang son ligeramente más flexibles y muy resistentes a la abrasión y fatiga, pero tiene el inconveniente de tener tendencia a destorcerse por lo que únicamente deberán utilizarse en aquellas aplicaciones en que ambos extremos del cable están fijos y no le permitan girar sobre sí mismo.

2.1.4. Factores para su construcción

- Necesidades de extracción de mineral.
- Reducción de los costos de producción.
- Profundización de los niveles de extracción.

2.1.5. Parámetros considerados para el diseño de izaje

La información necesaria para diseñar el sistema de izaje en una operación se puede resumir como:

- Plano preliminar de izaje.
- Inclinación del pique o inclinado.
- Peso neto de la carga.
- Peso del skip, jaulas y carros.
- Peso y tamaño del cable.
- Distancia de izaje.
- Dimensiones del tambor.
- Peso efectivo del tambor, engranaje y poleas para un radio indicando del EEW.
- Velocidad de izaje.
- Producción requerida.
- Tiempo de carga y descarga.
- Periodo de aceleración y desaceleración.
- La mina, debe tener buenas vías de acceso y espacio libre para favorecer el trabajo.

Aunque muchos de estos parámetros son obvios, el ingeniero deberá determinar, si empleara un sistema de izaje con winche de tambora o sistema koepe. (Óscar E. Llanque M., y otros.2008).

2.1.6. Incremento de producción

La productividad en minería es sinónimo de mecanización, reemplazando la labor manual con máquinas sofisticadas. En las últimas décadas los métodos de minado subterráneo han introducido maquinas modernas de mayor capacidad y tamaño los empleos de estos equipos han incrementado

la producción. La producción mecanización permite alcanzar un mayor nivel de producción, (Llanque, 1999).

2.1.7. Cable de acero

El cable de acero es un conjunto de elementos que transmiten fuerzas, movimientos y energía entre dos puntos, de una manera predeterminada para lograr un fin deseado. El conocimiento pleno del potencial de uso de un cable de acero, es esencial para elegir el más adecuado para una faena o equipo, tomando en cuenta la gran cantidad de tipos de cables disponibles. (Acero, 1994).

El cable de acero es un conjunto de alambres arrollados helicoidalmente sobre un centro llamado alma (Ingeniería & Proyectos, 2013). El conocimiento pleno del inherente potencial y uso de un cable de acero, es esencial para elegir el cable más adecuado para un trabajo u operación o en diversos equipos, teniendo en cuenta la diversidad y cantidad de cables disponibles en el mercado. Cada tipo de cable de acero, contiene variables y formas de construcción, así como del diámetro, grado de alambre (1 770, 1 960, 2 160, entre otros), su dirección o sentido del cable (Regular Derecho o Izquierdo y Lang Derecho o Izquierdo), así como de la lubricación, tipo de alma u eje central, del acabado (negro o galvanizado), entre otros factores que inciden en su fabricación. (Prodinsa, Ingeniería & Proyectos, 2013). La empresa peruana “PROCABLES” diseña y fabrica los cables, cumpliendo Normas Internacionales, tales como: • En 12385 • American Petroleum

Institute (A.P.I. Standard 9A) • American Federal Specification (RR-W-410D) • American Society For Testing & Materials (A.S.T.M.) • British Standards Institute (B.S.) • Deutscher Normanausschuss (D.I.N.) • International Organization for Standardization (I.S.O.) (Procables, 2016) El entendimiento completo de las características de un cable de acero es esencial, involucra un conocimiento profundo de las condiciones de trabajo, factores de carga y resistencias del cable, así como del cuidado para su manipulación con las personas, ya que por ser un cable de acero, este ya cuenta con energía absorbida en su fabricación, por tal razón, el cable cuenta con vida o energía inactiva la que puede ser peligroso en su manipulación. (Ingeniería & Proyectos, 2013).

2.1.8. Cable de acero y sus elementos

- Alambre: Es el componente básico del cable de acero, el cual es fabricado en diversas calidades, Según el uso al que se destine el cable final.

- Torón: Está formado por un número de alambres de acuerdo a su construcción, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un centro, en una o varias capas.

- Alma: Es el eje central del cable donde se enrollan los torones. Esta alma puede ser de acero, fibras naturales o de polipropileno.

- Cable: Es el producto final que está formado por varios torones, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un alma.

Aplicaciones y Usos:

- Equipos y operaciones.
- Cables en minas.
- Tambores de izaje en piques verticales.
- Tambores de izaje en piques inclinados.
- Palas mecánicas - excavadoras.
- Winches de arrastre.

2.1.9. Izaje

El izaje minero consiste en el transporte de mineral, relleno, materiales, maquinaria personal, etc. Por una chimenea, inclinado, pique o pozo; para lo cual es necesario usar recipientes, estructuras, instalaciones maquinarias energía, cable, personal normas de seguridad. La extracción de material, sea desmonte o mineral se realiza con skips de carga y descarga automático, hay tres factores importantes son considerados para emplear el transporte por el sistema de izaje. (Llanque, 2008).

- Tasas de producción a ser izado por unidad de tiempo.
- Profundidad del pique o inclinado.
- Numero de niveles de producción.

2.1.10. Tipos de winche

Hoy en dia hay dos tipos básicos de izaje disponibles en cualquier parte del mundo; el izaje con winche de tambora, el cual enrolla el cable a la tambora, y el sistema koepe o de fricción en donde simplemente el cable pasa sobre la rueda durante el proceso de izaje. El izaje por tambor y fricción son dos términos genéricos que describen las dos categorías básicas, pudiendo haber variaciones dentro de cada categoría. Las aplicaciones en sistema de izaje con winche de tambora, fricción o koepe se resumen en las partes principales del sistema de izaje. En las cuales son: winche, cable de izaje, polea, tornapunta, castillo de izaje, skip o jaula, pique, tolva de carga de material. (Howard, 1992).

Existen dos sistemas básicos de izaje: el de Izaje con winches de tambora, en el cual el cable es enrollado o desenrollado en la tambora durante el izaje, y el de izaje con winches de fricción (“Koepe”), en el cual el cable pasa sobre la polea o tambora de fricción durante el izaje. Winche de Tambora Varios winches de tamboras son disponibles para diferentes necesidades.

El más simple de los sistemas de este tipo es del winche de una sola tambora. Como un winche de servicio o producción, con jaula o skip en balancín con un contrapeso; un winche de una sola tambora puede servir eficientemente en uno o más niveles. Winche de doble tambora con una tambora embragada, puede usarse como un winche de servicio con jaula y

contrapeso para servir varios niveles eficientemente. Para el diseño del sistema de izaje se ha seleccionado, un winche de doble tambora para cubrir con las necesidades de producción requeridas.

2.1.11. Equipos para izaje

Grúas, camión grúas, side booms, winches, puente grúas, montacargas, manlift o camión canasta, camiones plumas, Piloteadoras, elevador de tijeras, malacates, pescantes, Torre grúas. (Guerrero, 2012).

2.1.12. Factores para su construcción

- Necesidades de extracción de mineral.
- Reducción de los costos de producción.
- Profundización de los niveles de extracción.

2.1.13. Sistemas y normas de seguridad de los winches de izaje

- La construcción, operación y mantenimiento de todos los equipos y accesorios deben estar de acuerdo a las normas técnicas establecidas por los fabricantes.

- Cada equipo de izaje y accesorios debe tener claramente indicado la capacidad máxima y una tabla de ángulos de izaje; la misma que debe ser pegada en un lugar adecuado y fácilmente visible para el operador.

- La inspección de equipos, componentes y accesorios, es esencial para asegurar que el sistema de izaje se encuentre en buenas condiciones de operación y funcionamiento.

- Los titulares serán responsables del mantenimiento, así como de las inspecciones periódicas a la que deben estar sujetos los sistemas de izaje.

- Las inspecciones al sistema de izaje, deben ser realizadas por personal competente, a fin de mantenerlos en condiciones seguras de trabajo; y mostrar en lugar visible, la constancia de dichas inspecciones.

- El supervisor responsable del área de trabajo, es quien autoriza el uso del equipo de izaje sólo al personal calificado y certificado por terceros.

- La capacitación, entrenamiento y certificación al personal, únicamente lo debe hacer una empresa de servicios de entrenamiento y capacitación, calificada y certificada, en armonía con la modificación del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

- Para asegurar el uso correcto del sistema de izaje, se requiere la capacitación del personal.

- Cualquier trabajo con movimientos de carga en altura, debe señalizarse en los niveles inferiores con avisos o barreras advirtiendo la probabilidad de caídas de objetos.

- Durante las operaciones de izaje con winches, sólo debe usarse señales estándares; ya sea de sonido, de iluminación o micrófono-intercomunicador.

- Al comenzar el levante, la persona responsable de las señales o timbrero, debe estar adecuadamente identificada y coordinar con el winchero cualquier tipo de movimiento.

- La única excepción a la regla, es una “señal de emergencia” para detener la marcha; esta señal, puede ser ejecutada por otra persona que no sea el señalero o timbrero.

- El equipo de izaje debe ser usado para el propósito diseñado.

- No debe exceder la capacidad de carga.

- Debe brindarse acceso seguro, libre, ordenado y limpio a las estaciones de izaje.

- Los equipos de izaje motorizados deben estar provistos de interruptores-límites de seguridad, tanto para la acción de traslado como de levante máximo; así como limitadores de velocidad, ruptura de cable (leonas), etc.

- En todo equipo de izaje accionado eléctricamente, se debe asegurar que los conductores no sean atrapados por efectos de la acción de izaje. El sistema debe poseer todas las protecciones del caso, incluyendo la conexión a tierra.

- El número de hilos rotos en el tramo de (2) dos metros del cable, no debe exceder del diez por ciento (10%) de la cantidad total de hilos; de darse el caso, dicho cable, deberá ser retirado y reemplazado inmediatamente por otro nuevo.

- El cable deberá ser remplazado también, cuando ha sufrido dobleces o presenta cocadas.

- En el caso de tambores de enrollado de cables, se debe asegurar que, permanezcan en el tambor por lo menos tres vueltas del referido cable.

- El pique (infraestructura principal del Winche), debe estar ubicado según diseño y Planos; y debe tener acceso con los niveles principales para el transporte de personal, herramientas, materiales, explosivos, mineral y desmonte.

- El Winche jalará uno o dos jaulas de transporte de personal, pero cuando se trate de acarreo del mineral, nunca se debe transportar personal. Las horas de izaje de mineral o desmonte, deben ser independientes de las horas de izaje de personal.

- Tampoco está permitido llevar personal en los baldes de mineral ni en los skips.

- La operación del Winche requiere de alta responsabilidad y mucha personalidad en la coordinación y el cumplimiento de las ordenes. La comunicación entre el timbrero y el winchero debe ser clara y precisa, en cumplimiento del estándar, procedimiento y prácticas del sistema de izaje.

- Diariamente o cuando el sistema a dejado de funcionar por una hora o más, se debe hacer un chequeo general denominado “Prueba en Vacío”; y verificar el funcionamiento del tablero de control, las luces que indiquen algún desperfecto en el sistema de izaje; y fundamentalmente asegurarse de que el Pique y las Guías, estén libres de obstrucciones, presencia de cuerpos extraños y otros motivos que induzcan a un posible accidente.

- Semanalmente debe realizarse la limpieza, engrase, chequeo del estado del cable de un compartimiento del Pique y el respectivo mantenimiento a los componentes de todo el sistema de izaje.

- Se debe respetar el manual de funciones, el código de señales y el código de colores establecido.

2.2. Definición de terminos

Winche de Izaje

El Winche de izaje, es una maquinaria utilizada para levantar, bajar, empujar o tirar la carga; el Winche de izaje, es utilizado también para bajar e izar personal del interior de la mina; siempre que cumpla con exigencias mínimas de seguridad. (Compumet EIRL. 2006).

Inclinado

Es una labor minera subterránea que se construye en estéril, con una inclinación que oscila de 35° - 45°, con una sección de acuerdo a los estándares establecido, cuyo objetivo es conectar de un nivel superior a otro nivel inferior, para extraer el material roto del nivel inferior hacia el nivel superior.

Profundización en gradines inclinados

Cuando la filtración de agua de los hastiales del pique es muy elevada y hay dificultades para la perforación se opta por este método, en este caso las dos secciones son inclinadas uno a continuación de la otra. En piques circulares se conoce con el método del tirabuzón. En este caso todos los taladros que se perforan son sub verticales.

Sistema de extracción de mineral

La extracción de mineral es en forma vertical, mediante el uso de un winche de izaje, por los cuales se jala el mineral de interior a superficie, para luego acumular el mineral en la cancha correspondiente y transportarlo en carros mineros hasta la planta de procesamiento.

Incremento de producción

Es el aumento de la producción de mineral por uso del winche de izaje, esto permite alcanzar un mayor nivel de productividad de la mina.

Optimización

La optimización es la búsqueda y el hecho de mejorar el rendimiento de las operaciones mineras, a partir de determinados cambios en diseños anteriores.

Perforación

Es el método más común de penetrar la roca por efecto de la percusión (golpe) o por rotación (fricción) por lo que es la primera operación para la voladura de rocas. Cuyo objetivo es conseguir un taladro en la roca con elementos definidos como: el diámetro, la longitud, alineación y estabilidad en las paredes del mismo.

Limpieza optima

Aquella que minimiza el tiempo total de limpieza, es decir que el costo de izaje, sea mínimo. General mente un tiempo menor de limpieza, en condiciones normales implica un mayor avance en cuanto a la profundización y por lo consiguiente los costos de operación se verían disminuidos. Por otro lado, para obtener una limpieza optima se requiere en de mejorar el sistema de limpieza seguro y rentable de tal manera que se elimine completamente los tiempos muertos mejorando considerablemente la eficiencia.

Rendimiento

Beneficio antes de intereses e impuestos/Activo total. Esta medida nos da el grado de eficacia operativa de todos los bienes y derechos que constituyen el patrimonio de la empresa, o lo que es lo mismo, de todos los recursos comprometidos en la empresa prescindiendo de la procedencia de estos recursos (deuda o fondos propios).

Cable

Es el producto final que está formado por varios torones, que son torcidos helicoidalmente alrededor del alma, la cual esta puede ser de fibra (sintética de poliéster) o de acero. El cable es el producto final para su uso en las diversas aplicaciones y operaciones. Los usos frecuentes de cables

de acero se encuentran en sectores como: la minería, pesca, construcción, petróleo, agroindustrial, naviero, etc. (Ingeniería & Proyectos, 2013).

Torcido del cable

Los cables se fabrican con dos tipos de torcido regular y lang, cada uno de ellos con diferentes características para los diversos trabajos específicos. (Brivensa, 2012).

Torcido regular

Estos cables son usados con mayor frecuencia, porque son más fáciles de manipular, además de tener mayor resistencia al aplastamiento y deformación, estos cables pueden ser arrollados en sentido derecho e izquierdo de forma opuesta a los torones. (Brivensa, 2012).

Torcido lang

Estos cables tienen mayor flexibilidad, resistencia a la abrasión y a la fatiga, son utilizados para trabajos específicos, también son arrollados en sentido derecho e izquierdo, pero a la misma dirección de los torones. (Brivensa, 2012).

Sistema de izaje

Máquina utilizada para el traslado de personal y mineral en las minas subterráneas.

Tambora

La tambora es un cilindro metálico donde se enrolla el cable de acero del sistema de izaje, también es llamada winche. (Compumet, 2006).

Motor

El motor es el propulsor del sistema de izaje, la dimensión del motor es de acuerdo al requerimiento de la capacidad de carga y según el modelo del pique. (Compumet, 2006).

Palancas de control

Son dispositivos que realizan el control del winche, la palanca de control debe ser operado por el personal capacitado y autorizado. (Compumet, 2006).

Cables de izaje

Las características del cable dependen mucho del tipo de izaje, (Compumet, 2006).

Locomotora

Las locomotoras eléctricas son máquinas que arrastran carros de un tren (carros mineros) y son impulsados por medio de motores que funcionan con C. C., constituidos por equipos y accesorios eléctricos y mecánicos.

Carros mineros

Tolvas acondicionadas de ruedas que transportan mineral al lugar de descarga de la mina, construidas a base de planchas metálicas montadas sobre chasis y ruedas de acero.

Carros U-35

Carros de volteo lateral (tolva móvil) utilizados para el acarreo a mano y con locomotora, poseen seguros de volteo de tipo manual y de pie.

Transporte sobre rieles

La aplicación del transporte sobre rieles es llevar la mena de los lugares de producción al punto de recolección como echaderos o tolvas, también se usa para el movimiento de materiales.

Los durmientes

Son los elementos donde se asienta a los rieles y son instalados perpendicularmente. Estos son de madera.

Las eclisas, pernos y clavos

Las eclisas son planchuelas planas que sirven para ensamblar los rieles, los pernos son elementos que sirven para unir o ensamblar los rieles con las eclisas y los clavos son los elementos que aseguran los rieles contra los durmientes.

2.3. Descripción de la unidad minera:

Geología

En el área donde se encuentra la mina afloran predominantemente rocas metamórficas y metasedimentarias de la formación Sandia de edad Ordovicica superior del Paleozoico como pizarras y pizarras esquistosas de color gris a gris pardusca, bastante diaclasadas y/o fracturadas y plegadas, producto de la orogenias y vulcanismos que sucedieron hasta la fecha durante millones de años, 450 millones aproximadamente.

Dentro de la carta nacional nos muestran pizarras, lutitas, esquistos, de las formaciones Sandia del Grupo San José, y metalogeneticamente se encuentra dentro de la franja Nº1 denominada metasedimentaria aurífera que alcanza hasta la cordillera oriental.

Localmente además de las rocas metamórficas encontramos rocas intrusivas como el granito del triásico hacia el este de la mina como se muestra en el plano geológico de la carta nacional

Geología regional

La corporación minera santa teresa, se encuentra dentro de la franja metalogenica del batolito de Coaza del Sur del Peru, cuya mineralización se asocia a emplazamientos de intrusiones del batolito de Coaza de edad Peleozoica Superior. En el área afloran pizarra y lutitas esquistosas interperizadas teniendo zonas de arcillas en general son de color oscuro.

La concesión constituye un yacimiento donde se conoce la mineralización hidrotermal de gran interés económico. El principal mineral económico es el oro que se encuentra diseminado en forma microscópica, encerrado principalmente en el cuarzo lechoso y ahumado. El oro en algunos casos con presencia de oro libre, debido a un enfriamiento rápido que tuvo durante su formación principalmente en los clavos de mineralización.

Geología local

En el área de la corporación no afloran yacimientos filoneanos (vetas) emplazadas en pizarras de la formación Sandia, más al sureste, zona winchumayo fue encontrado la estructura mineralizada (veta) en la misma, que conforman un monoclinal con azimut de 310° y buzamiento entre 50° y 75° al NE, con un espesor de 20 a 60 centímetros.

La litoestratigrafía que caracteriza el área de la corporación minera santa teresa está conformada por rocas de la formación Sandia que consiste en una secuencia metamórfica monótona de pizarras, siltitas y cuarcitas, emplazadas entre los niveles de pizarras negras, predominante en el área de interés.

Alteración

Las alteraciones hidrotermales son las más importantes y que han afectado en mayor grado a la roca encajonantes, estas ocurrieron durante la precipitación de las soluciones mineralizantes fácilmente reconocidas en

las proximidades de la veta. La circulación de aguas ligeramente aciduladas infiltradas por los diferentes tipos de discontinuidades del macizo rocoso y la estructura de la veta que presenta permeabilidad, permitieron su circulación para generar la alteración, por las fisuras de la roca. En estas condiciones aumenta el grado de alteración en el macizo rocoso, para todas las labores subterráneas y principalmente cuando se quiere realizar galerías sobre veta, con la consiguiente disminución del grado de estabilidad de la abertura excavada. Las aguas que se infiltran limonitizan las rocas encajonantes y de la veta de manera moderada a intensa y estas comprometen al reforzamiento y/o sostenimiento instalado (esto se puede observar en cuadros que se pandean y colapsan principalmente por presiones de la caja techo).

La textura de la roca mediante los procesos hidrotermales puede llegar a ser modificada ligera o completamente como es el caso de la zona de trabajo la manifestación física y química es en forma de alteraciones o zonas de alteración presentándose localmente, en pequeñas áreas. Las alteraciones hidrotermales y alteraciones de origen exógeno se observan en su mayoría en la pizarra, los tipos de alteraciones identificados son propilítica, silicificación, Limonitización y Hematización.

Mineralización del yacimiento

Está constituida por una estructura mineralizada tabular, de origen hidrotermal, que en su parte superior presenta la forma de un cuerpo sub

horizontal y conforme profundiza se hace vertical adquiriendo morfología de Filón. Estas estructuras mineralizadas tienen una longitud de 56 metros, con una potencia variable entre 1.15 metros - 2.80 metros.

Se asume que se tuvo más de un evento de pulsaciones de fluidos hidrotermales por tener 3 tipos de cuarzo (cuarzo ahumado, cuarzo lechoso, cuarzo lechoso azucarado) de forma bandeada, y todos contienen Au en forma de chispas y/o charpas y diseminado de forma irregular emplazado en toda la veta. Los fluidos circulan hacia la superficie a través de la falla que se tiene junto a la veta y las fracturas en las rocas y la mineralización a menudo se presenta en esos conductos, pero también pueden circular por niveles de rocas permeables y eventualmente mineralizar es por eso que el Au también se presenta en la roca de caja techo.

Estructura mineralizada

Se conoce una estructura mineralizada de tipo filón veta en el que actualmente se está realizando trabajos de extracción de mineral, esta presenta Au en una veta de cuarzo de hasta 2.80m. de potencia.

Veta Santa Teresa

Se tiene una veta de cuarzo con presencia de Au nativo en forma de chispas y/ o charpas en capas bandeadas, donde se trabaja unos 60 metros aproximadamente de longitud, con potencias de hasta 2.50 metros en la

parte media y hacia el sur este disminuye hasta 0.50 metros, relacionada posiblemente a un hidrotermalismo que genera la veta dentro de una falla.

La veta se presenta alineada con dirección de NW – SE, con un rumbo que oscila de N 48 W, y están controladas por la presencia de una falla es decir los fluidos mineralizantes se introdujeron dentro de este con más de un evento de pulsaciones mineralógicas cortando la veta en algunos casos.

Mineralogía del yacimiento

Minerales de mena

El mineral de mena reconocido en la veta que trabajamos es el Oro nativo, dentro del cuarzo ahumado y lechoso bandeado junto a otros minerales de sulfuro y óxidos.

ORO (Au): El oro nativo es el principal mineral de mena que se encuentra en forma de trazas de 1 hasta 3 mm Irregulares y en forma diseminada dentro de la veta de cuarzo en la parte superior

Minerales de ganga

Predomina la calcita y la baritina, también con cuarzo, óxidos de hierro, ocre, hematita, óxidos de manganeso, carbonatos de cobre como la malaquita, y minerales de alteración.

MARCASITA (FeS2): Este mineral denominado pirita blanca de color amarillo pálido se encuentra en forma cubica en cristales de 1 a 3 mm

dentro de la veta y también se encontró dentro de la caja techo y piso de veta.

PIRITA (FeS2): Se encuentra en menor cantidad en forma diseminada en vetillas de 1 A 2 mm de color amarillo latón de cristales finos dentro de la veta y parte de las rocas de caja techo y piso.

ARSENOPIRITA (AsFeS). Se encuentra relacionado a la pirita en forma de venillas de pequeños cristales de color amarillo presentes dentro de la veta y mayormente dentro de las rocas de caja y techo.

Método de explotación corte y relleno ascendente convencional.

Este método utilizamos, denominado también “over cut and fill”. El minado de corte y relleno es en forma de tajadas horizontales, comenzando del fondo del tajo, avanzando hacia arriba.

El mineral roto es cargado y extraído completamente del tajo, cuando toda la tajada ha sido disparada, el volumen extraído es rellenado con un material estéril para el soporte de las cajas, proporcionando una plataforma mientras la próxima rebanada sea minada. El material de relleno es de material estéril proveniente de las labores de desarrollo en la mina y es distribuido sobre el área tajeada.

Ciclo de minado.

El ciclo de minado de nuestras operaciones de explotación, considera las siguientes operaciones unitarias: perforación, voladura, sostenimiento, limpieza, carguío y transporte de desmonte y beneficio de mineral, para el método de explotación de “corte y relleno ascendente”.

Perforación.

En la unidad se realiza perforación convencional; usando como energía el aire comprimido, para realizar agujeros de diámetro pequeño con los barrenos; que se encarga de triturar la roca al interior del taladro en cada golpe que la perforadora da al barreno y mediante el giro automático hace que la roca sea rota en un círculo que corresponde a su diámetro; produciéndose así un taladro, la expulsión del material roto del interior del taladro se hace mediante el barrido que lo da el aire comprimido y agua, para dejar libre del taladro.

- **Perforadoras Jack Leg.**

  Perforadora con barra de avance que puede ser usada para realizar taladros horizontales e inclinados, se usa mayormente para la construcción de galerías, subniveles, chimeneas e inclinados; utiliza una barra de avance para sostener la perforadora y proporcionar comodidad de manipulación al perforista.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo

El proyecto de investigación es de tipo aplicativo y el método de manipulación de datos es cuantitativo, debido que se busca comprobar la hipótesis, pues se determinarán y describirán los factores que influye en la extracción de mineral mecanizada con los winches.

3.1.2. Diseño

El diseño de investigación es de tipo descriptivo – comparativo, ya que se recolectará datos, con el propósito de poder describir las variables y analizar a las posibles soluciones.

3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación consiste de acuerdo a los objetivos, esta investigación su finalidad es de un tipo descriptiva – comparativo.

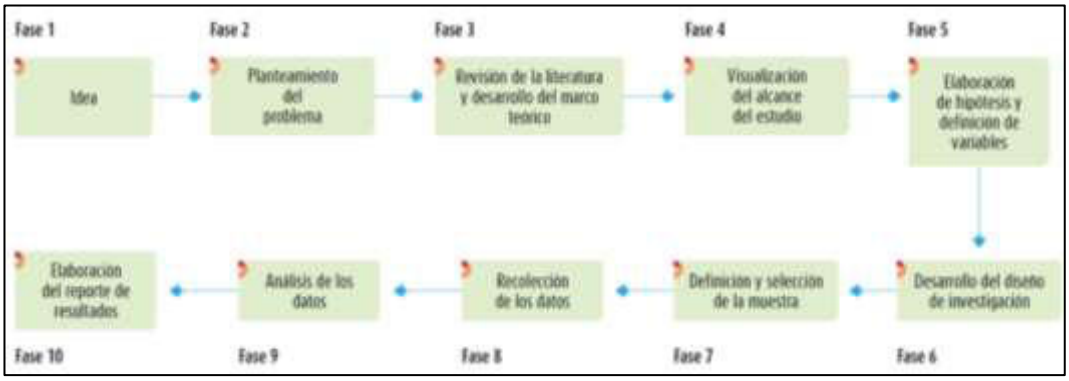


Figura 1. *Procesa cuantitativo*

Fuente: Metodología de la investigación (Hernández, Fernández, Baptista, 2014,P.5)

3.2. Ámbito temporal y espacial

La ubicación de la Corporación Minera Santa Teresa está ubicada en el Sureste del Perú, departamento de Puno, provincia de Carabaya, distrito de Ituata, Comunidad campesina de Carabaya. El distrito de Ituata es uno de los 10 distritos de la provincia de Carabaya con su capital Tambillo, fue creado en la época de la independencia. El Decreto Supremo del 2 de mayo de 1854, que reorganizó la demarcación territorial de la provincia de Carabaya, legalizo su pertenencia a esta. Actualmente tiene como capital de distrito al Centro Poblado de Tambillo, debido a que desapareció la Capital de Ituata en el terremoto de 1928, por ser el epicentro del movimiento sísmico. El área de influencia de la corporación comprende sobre los 2115 m.s.n.m. Cuyos colindantes son:

NORTE : Colinda con la comunidad Campesina Carabaya.

SUR : Colinda con el sector de hacienda Pampa

ESTE : Colinda con el sector de Korimayo y Buena Vista

OESTE : Colinda con la comunidad Campesina Carabaya.

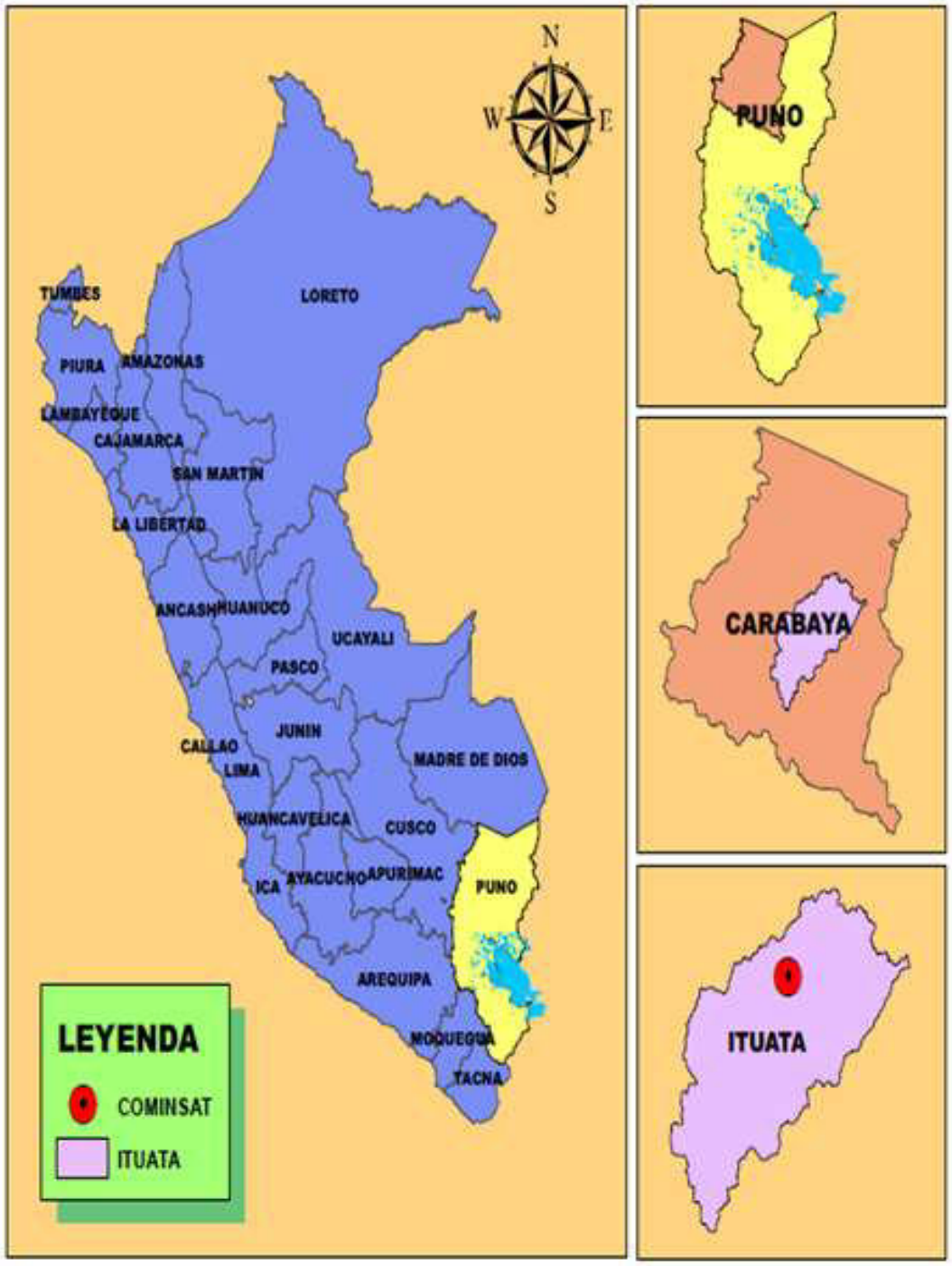


Figura 2. Ubicación de la Mina Santa Teresa.

Fuente: Departamento de Planeamiento, Unidad Minera COMINSAT.

3.2.1. Ubicación Geográfica

Tabla 2.
Coordenadas UTM – WGS 84

VERTICES	NORTE	ESTE
1	8,487,627.07	380,811.59
2	8,486,627.05	380,811.60
3	8,486,627.04	378,811.56
4	8,487,627.06	378,811.55

Fuente: Instituto Geologico, Minero Metalurgico (INGEMMET)

3.2.2. ACCESO

El acceso a la **CORPORACION MINERA SANTA TERESA** desde la ciudad de puno es por vía terrestre, es mediante la siguiente ruta que se presenta en Tabla N° 3.

Tabla 3.
Acceso a la Corporación Minera Santa Teresa

TRAMO DE ACCESO Y TIPOS DE VIA A LA CORPORACION MINERA SANTA TERESA			
TRAMO	**Distancia (Km)**	**Vía**	**Tiempo (Horas)**
Puno - Juliaca	40 km.	Asfaltada	1:00 Hrs.
Juliaca - Macusani	192 km.	Asfaltada	3:00 Hrs.
Macusani - Ituata	43 km.	Trocha carrozable	2:00 Hrs.
Ituata - Chacayaje	34 km.	Trocha carrozable	1:00 Hrs.
Chacayeje - COMINSAT	25 km.	Trocha Motocicleta	1:00 Hrs.
TOTAL	**334 km.**		**8:00 Hrs.**

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para el estudio de investigación se ha tomado de referencia a la unidad minera Challhuamayo; debido a que en esta unidad se trabaja con equipos de extracción de mineral, en el cual el winche de izaje es un equipo importante de extracción, siendo el único que vendrá a ser la población.

3.3.2. Muestra

Como muestra representativa se ha considerado al winche de izaje en el nivel 2115, y específicamente a través de la labor denominado inclinado 020 veta Santa, de donde se ha extraído muestras representativas referidas al equipo, asimismo de mineral y desmonte, que representa la producción de la mina.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Técnicas

La recolección de datos se tomará del inclinado 020 donde se instalará el winche de izaje en el nivel 2115, y de allí se extrae mineral de la veta.

Los instrumentos que serán utilizados en el presente estudio será la hoja de registros de producción, reporte diario de operación, informes semanales y mensuales, una cámara para la toma de fotografía.

3.4.2. Hoja de registros de producción

Es una plantilla donde se reporta la producción del tipo de mineral.

3.4.3. Reporte diario de operación

Es una plantilla donde se reporta los trabajos diarios de avance en la producción.

3.4.4. Informes semanales y mensuales

Es la recolección de datos de trabajos diarios en la producción.

3.5. Técnicas y procesamiento de recolección de datos

Para determinación de los resultados de la investigación se utilizará el análisis de varianza (ANOVA), así también se utilizará las fórmulas para el cálculo de los parámetros del equipo de izaje y su rendimiento, para lo cual se van aplicar: el análisis del control operacional, el análisis estadístico diario, semanal y mensual de la producción del nivel 2115 en la que se encuentra el inclinado 020.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Implementación del winche de izaje en el inclinado 020

Para la implementación se tuvo que evaluar el área de ubicación del winche de izaje en superficie del nivel 2115 veta Santa, se tomaron procedimientos y criterios de trabajo para la implementación, la empresa minera COMINSAT, hizo participar de todo el personal que labora en la unidad minera, para cumplir con el objetivo de mejorar la optimización de extracción de mineral implementando un winche mecánico, en cual nos permite el incremento en la producción para poder extraer mineral de los niveles inferiores. Para la implementación del sistema de izaje es viable a los recursos económicos de la empresa. Teniendo en cuenta que en el nivel 2115, la ley del mineral de oro (Au) es de 80 gramos por tonelada, por lo que se ha planteado el mejoramiento del sistema de extracción de mineral con una meta de producción en el menor tiempo posible.

4.1.1.1. Instalación del winche de izaje

La instalación del winche es artesanal, está sobre una zapata de concreto armado con las siguientes dimensiones 1.50 mts. de largo, 1.50 mts. de ancho y 1.20 mts. de altura desde el piso rasante de la calicata.

La base es una sola estructura para el conjunto del motor, tambora, caja de engranajes, caja de mandos y otros del winche de izaje; para seguridad de la instalación del winche de izaje se ha colocado 10 fierros corrugados ¾ doblado en "L" 15 cm. En el extremo superior para la sujeción de la estructura de la base del winche; asimismo 16 fierros de 3/8 y 1/4 para el armado de la canastilla, se ha colocado con una profundidad de un 1.20 metros de la base y de esta manera se asegura el sistema total del winche. El proceso del armado de la estructura consiste en el armado de la zapata, preparado en forma cuadrada entrecruzado horizontalmente y también colocado en forma de puntal o columnas verticalmente donde se apoyan bajo soldadura las diez barrillas de fierro; para una mejor ilustración se muestra en el anexo 9.

Una vez concluido el armado de la canastilla se ha procedido el encofrado de la zapata, y luego se ha moldeado la base con mezcla de cemento (10 bolsas de cemento y 25 carretillas de arena hormigón), el cual permaneció 24 horas para el fraguado del concreto, debido a que se usó aditivos acelerantes para el fraguado rápido en la que se ha instalado la

estructura de soporte el winche de izaje, para mejor ilustración se muestra en el anexo 10.

4.1.1.2. Acondicionamiento del winche 020.

Anteriormente se ha venido trabajando con el inclinado en la cual la extracción de mineral se realizaba de forma manual (a pulso); para implementar un winche de izaje se tiene que acondicionar la labor para el izaje. Se han realizaron trabajos para acondicionar el izaje, como instalación de riel preparada de 3 y 6 metros de longitud y 25 libras de peso, los rieles son recuperados de las labores que se han terminado su producción (abandonados y paralizados) y otras se tuvieron que comprar nuevas. El acondicionando de sostenimiento del inclinado 020, se realiza con puntales de madera, siendo el inclinado 020 de una sección de 1.80 m x 2.00 m; una vez concluido el instalado el sistema de izaje se pone en funcionamiento y se realiza la extracción, para mejor ilustración se muestra en el anexo 11 y anexo 12.

4.1.1.3. Preparación del inclinado 020

La preparación del inclinado 020 del nivel 2115, la que se ha proyectado por medio de un inclinado negativo con una inclinación de 35 ° y una longitud de 100 metros, donde su ejecución esta a cargo de equipo de operación mina, el cual el avance por guardia son de promedio 1.10 metros, con una perforación de 4´ de longitud, una vez concluida el inclinado, se empezó con la preparación de labores para explotación con el

método corte y relleno ascendente con el fin extraer mineral rentable. El ingreso al inclinado 020 se observa en el anexo 13.

4.1.1.4. Instalación del winche

La instalación de winche ha sido empírica, no se hizo cálculos debido a que los equipos no los venden en nuestro país, solo se pudo encontrar equipos repotenciados, una vez ya tenido el winche con su cable acerado de izaje en su base bien asegurado ya instalado la bomba de freno, caja de mandos y energía. Se enrolla el cable en la tambora para luego realizar un dobles en la punta del cable colocándose una guarda para no tener un desgaste prematuro para que finalmente en este sean enganchados con un pin acerado tipo pasador al chasis de los carros mineros U-35.Una vez hecho los dobles se asegura con grapas o candados crosby; una vez asegurado el cable se comienza al levante del carro minero U-35 para posicionarse en el inclinado 020 e instalado sobre el riel el cual es guiado por la riel y polines para el arrastre del cable de izaje acerado, terminado el instalado, se comienza a realizar pruebas de izaje en vacío, y una vez concluido las pruebas de izaje se procede con la extracción de mineral. Esto se observa en el anexo 5, anexo 6, anexo 7, anexo 14 y anexo 15.

Cálculo de factor de seguridad

Es recomendable que la carga de trabajo de un cable de acero usado en operaciones de izaje no exceda de 1/5 de su carga de rotura. Para

operaciones seguras y económicas, se sugiere a menudo factores de seguridad superiores a 5 variando desde 8 a más de 9, para tener operaciones seguras y económicas.

Tabla 4.
Factor de seguridad para piques e inclinados

Tipos de instalación de extracción	Factor de seguridad (F.S.)
- Exclusivamente para circulación del personal	9,0
- Para carga y personal	7,5
- Exclusivamente para extracción de carga	7,0
- Sistema koepe para carga y personal – monocable	8,0
- Sistema koepe para carga y personal – multicable	7,5

Fuente: Navarro T. Vidal F. servicios auxiliares minero

Entonces el factor de seguridad para extracción de material será:

- Para winches con tambor :

  F.S. = 7 – (0.001 L)

  F.S. = 7 – (0.001 * 100)

  F.S. = 6.94

Donde:

F.S. : Factor de seguridad

L : Longitud total de cable suspendido (metros)

Si cumple con las normas recomendadas.

Por otro lado, para calcular el factor de seguridad:

$$F.S. = \frac{resistencia\ a\ rotura}{peso\ total}$$

Peso total se calcula de esta manera:

P.T. = peso del cable + peso de la tolva + peso a transportar

P.T. = 152.98 kg + 200 kg + 1.100 kg

P.T. = 1452.98 kg

P.T. = 1.452Tn

Factor de seguridad será:

$$F.S. = \frac{10.88}{1.452}$$

$F.S.$ = 7.49

Tabla 5.

Relación entre la potencia del motor de winche y diámetro de cable

Diámetro de cable (pulgadas)	Potencia del motor de winche (HP)
5/16	Hasta 5
3/8	5 – 10
1/2	15 – 20
5/8	25 – 30
3/4	40 – 50
7/8	75
1	100 a mas

Fuente: Llanque M. Servicios auxiliares mineros

4.1.2. Sistema de extracción de mineral manual y mecanizado en el inclinado 020.

4.1.2.1. Sistema de extracción manual

En la corporación minera santa teresa se realizaba la extracción manual, trabajándose en el Nv.2115 de la veta Santa, extrayendo de los niveles inferiores hasta la superficie. Esto se observa en el Anexo 8.

Tabla 6.
Cantidad de sacos de mineral con el sistema de extracción manual

Día	Sacos/guardia
Lunes	169
Martes	167
Miércoles	163
Jueves	164
Viernes	165
Sábado	164
Domingo	161
Promedio	**165**

Fuente: Elaboración propia

La extracción de mineral es realizada con 12 trabajadores con mano de obra directa, siendo 9 horas efectivas por guardia de trabajo, de los 11.5 horas programadas por guardia, con una producción de 6.039 toneladas por guardia, trabajándose con dos guardias por día; entonces tendremos una producción de 12.078 toneladas de mineral por día y 362.34 toneladas por mes; resultando un promedio de 165 sacos por guardia, tal como se detalla en la tabla 6.

Tabla 7.
Peso de Mineral por Sacos

N° Saco	Lunes Kg	Martes Kg	Miércoles Kg	Jueves Kg	Viernes Kg	Sábado Kg	Domingo Kg
1	36.5	34.9	36.4	35.7	36.4	35.4	36.7
2	34.2	36.8	36.7	37.5	38.7	32.9	39.8
3	33.8	35.5	37.1	38.1	39.1	35.1	36.1
4	36.4	37.3	39.2	37.2	36.2	38.2	39.2
5	31.7	34.6	35.7	38.3	37.6	37.3	38.3
6	33.9	36.3	40.1	37.4	35.7	38.4	35.7
7	32.3	40.1	34.6	39.5	40.1	37.5	40.1
8	37.7	39.2	32.9	37.8	34.6	38.3	34.6

9	34.2	35.7	35.2	35.9	32.9	35.9	32.9
10	38.2	40.1	34.5	37.8	35.2	37.8	35.2
11	35.3	34.6	36.1	37.5	34.5	37.5	34.5
12	32.9	32.9	37.1	35.6	36.1	36.3	36.1
13	35.1	35.2	35.8	38.4	37.1	39.5	37.1
14	38.2	34.5	34.7	36.1	36.3	33.1	35.2
15	37.3	36.1	38.5	39.1	40.1	35.9	40.2
16	38.4	37.1	36.6	34.9	39.2	36.8	34.8
17	37.5	38.1	35.6	40.1	38.3	37.9	39.3
18	38.3	39.2	37.6	36.9	32.9	34.1	36.3
19	35.9	36.3	34.3	36.4	39.1	33.8	32.2
20	37.8	38.4	39.8	35.3	38.5	37.1	35.8
Promedio	35.78	36.645	36.425	37.275	36.93	36.44	36.505
Promedio final		36.6					

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 7 se muestra el peso real de cada uno de los sacos extraídos manualmente durante una semana con un muestreo de 20 sacos por día, arrojándonos promedio de 36.6 kg/ saco, equivalente a 0.0366 TM. Con este resultado se obtiene la producción horaria en el sistema de extracción manual para luego comparar con el sistema de extracción mecanizada. Esto se observa en el Anexo 16.

Producción manual por guardia (PMG)

PMG = Cantidad de sacos (sacos/guardia) * carga por saco (Kg/saco)
Datos:

Cantidad de sacos= 165 sacos/guardia

Carga por saco: 36.6 Kg/saco

PMG = 165 sacos/guardia * 36.6 Kg/saco

PMG = 6039 Kg/guardia =6.039 TM/guardia

Tabla 8.
Producción Manual

TM/hora	TM /guardia	TM/día	TM/mes
0.67	6.03	12.078	362.34

Fuente: Elaboración propia

La producción horaria de extracción es de 0.67 TM/h mediante el sistema manual, resultando una producción mensual de 362.34TM/mes, tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 9.
Producción mensual de extracción manual

MES	Sacos/mes	Kg/mes	TM/mes
ENE	10070	362548.8	362.55
FEB	9936	357714	357.71
MAR	9923	357255	357.26
ABR	10132	364782.6	364.78
MAY	10103	363742.2	363.74
JUN	10198	367138.8	367.14
	Promedio		362.20

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, indica la producción mensual durante 6 meses dando nos un promedio de 362.20 TM/mes.

4.1.2.2. Sistema de extracción mecanizada

En la corporación minera santa teresa, se tomaron datos del winche izaje mecánico de 30Hp del inclinado 020; y el recipiente de extracción es

el carro minero U-35 de capacidad nominal de 1.2 TM. Esto se observa en el Anexo 17.

El inclinado 020 es de una sección de 1.80 m. x 2.00 m. y de una profundidad de 100 m. ángulo de inclinación 35 grados, se tiene 01 winche, cada carro minero U-35 tiene una capacidad 1.2 TM aproximadamente destinados para acumulación de mineral y desmonte respectivamente en el nivel 2115; la cancha en superficie tiene una capacidad 180 TM.

Características del winche de izaje

Para el cálculo del izaje de carga del inclinado 020 se tiene datos:

PMW : Potencia del motor winche neumático: 30 Hp
DT1 : Diámetro mínimo del tambor: 40 cm
DC : Diámetro del cable: 5/8 pulgadas
PM : Carga útil del carro minero U-35: (1.2TM)
PM : Peso del carro minero (Kg):
DT 2 : Diámetro máximo del tambor (mm):
P : Peso unitario del cable (Kg/m):
H : Altura de extracción o profundidad
LT : Longitud del tambor (mm).
h : 100 m de largo del cable.
E : 4 a 6 mm de intervalo entre 5 vueltas seguidas de cable.
DTm : Diámetro medio del tambor con enrollamiento en varias capas.
NCE : número de capas de enrollamiento.

CM : carga estática o carga máxima (kg/cm2, lb/pie2) RR: Resistencia a la rotura del cable (kg/cm2, lb/pie2)

FS : factor de seguridad.

CM1 : Esfuerzo máximo que soporta el cable (kg, lb).

Cu : Carga útil (kg, lb) = 1.5 TM

Pu : Peso unitario del cable (kg/m, lb/pie)

L : longitud del cable (m, pies)

PMS : peso muerto del carro U-35

Dimensionamiento del sistema de izaje

Peso muerto de tolva (PMT):

PMT= ((0.6 + 1)/2)*PM = 0.8*1.2= 0.96TM

Factor de seguridad (FS):

FS = 7-(0.001*L) = 7-(0.001*100) = 6.94

Diámetro de la tambora (DT):

DT = 80*DC = 80* 0.5 = 40

Longitud del tambor (LT):

LT = ((H + h)/π DT) + n)*(DC+E) LT = ((100 + 120)/π 1.126) + 4)*(9.07+ 2.5) = 958.59mm = 0.958 m

Carga máxima que soporta el cable (CM):

CM = RR/FS = 15900kg/cm^2/ 6.94 =2291.07 kg

El sistema de extracción es el siguiente: El material disparado es limpiado hacia el buzón con destino a la tolva 020 de mineral y/o desmonte que se

encuentra en el BY PASS 990 de los cuales se realiza la extracción hacia superficie mediante tolvas y este es izado de medio inclinado hacia superficie que es el NV. 2115 donde se encuentra la planta procesadora. En el cual nos permite el incremento de producción de mineral en el menor tiempo posible. Especificaciones técnicas de comunicación con semáforos. En el ciclo de transportes que es lo más importante para comunicación del izaje. Esto se observa en el Anexo 18 y 19.

Tabla 10.
Señales con luces de operación del winche de izaje del inclinado 020

LUCES	Operación del winche de izaje
ROJO	descender o ascender
BLANCO/VERDE	Parar o detener

Fuente: Elaboración Propia

Ciclo de transporte en el sistema de extracción del inclinado 020

Se hará la descripción del ciclo de izado y la secuencia de trabajo del equipo de extracción del nivel 2060 al nivel 2115. El descenso de carro mineros U-35 vacíos, en la estación superior del winche 020, el operador del winche activara el interruptor del semáforo encendiendo la luz roja, para bajar el carro minero U-35 vacío, luego él trabajador que se encuentra en el nivel 2060 llenara al carro minero U-35. Abriendo la compuerta de la tolva 980 una vez lleno de mineral el carro minero U-35, el trabajador informara mediante el intercomunicador para subir el carro minero U-35 y el operador del winche activara la luz roja para subir, en donde el carro minero U-35

con carga de mineral es izado a superficie que es el nivel 2115 y el carro minero es llevado a la planta procesadora.

Tabla 11.
Ciclo de izaje con tiempos estimados

Ciclo de izaje	Tiempo
Descenso del carro minero U-35 vacio del Nv.2060 al Nv.2115	00:03:10
Llenado de carga al carro minero U-35 en Nv.2060	00:04:00
Izaje del carro minero U-35 con carga del Nv.2060 al Nv.2115	00:03:30
Total	00:10:40

Fuente: Elaboración propia

Este es el tiempo del ciclo de izaje estimado de 10:40 minutos.

Control de tiempo de extracción por viaje en inclinado 020

La extracción de mineral es del nivel 2060 al nivel 2115, se han tomado tiempos de cada viaje, que son promedios durante un periodo veinte días, de los cuales se toma tiempo de un viaje, con la finalidad de tener referencia con mayor aproximación de los tiempos de ciclo de izaje, que se muestra en la tabla 12.

Tabla 12.
Tiempo estimado de izaje de mineral

Número de viajes	Ciclo de izaje
1	00:06:43
2	00:06:40
3	00:06:45
4	00:06:44
5	00:06:48
6	00:06:41
7	00:06:40
8	00:06:48
9	00:06:41
10	00:06:49
11	00:06:40

12	00:06:42
13	00:06:49
14	00:06:41
15	00:06:41
16	00:06:42
17	00:06:48
18	00:06:41
19	00:06:42
20	00:06:40
Total, de viajes	Promedio
20	00:06:43

Fuente: Elaboración propia

Tiempo promedio de ciclo: 6.43 minutos

Capacidad de tolva U - 35: 1.3 TM

Tabla 13.
Control de tiempos en la producción mecanizada del winche

Tiempo promedio de ciclo de izaje (min)	**Nro. de viajes/hora**	**TM/hora**	**TM/guardia**	**TM/día**	**TM/mes**
6:43	2	2.52	22.68	45.36	1360.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.
Peso de la carga de la tolva U-35 de cada muestra

Muestra	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
N° tolvas	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
01	1.22	1.29	1.24	1.27	1.25	1.22	1.24
02	1.29	1.21	1.27	1.22	1.28	1.26	1.29
03	1.29	1.28	1.21	1.31	1.25	1.23	1.27
04	1.25	1.25	1.22	1.21	1.23	1.27	1.23
05	1.25	1.24	1.23	1.25	1.24	1.21	1.28
06	1.28	1.29	1.18	1.23	1.29	1.24	1.26
07	1.27	1.21	1.26	1.27	1.27	1.26	1.27
08	1.21	1.27	1.28	1.31	1.24	1.23	1.24

09	1.26	1.26	1.29	1.18	1.28	1.27	1.29
10	1.24	1.26	1.22	1.31	1.23	1.26	1.27
11	1.21	1.21	1.24	1.24	1.25	1.29	1.26
12	1.29	1.29	1.19	1.27	1.28	1.21	1.22
13	1.25	1.29	1.21	1.21	1.25	1.28	1.26
14	1.28	1.25	1.26	1.22	1.23	1.25	1.29
15	1.25	1.27	1.31	1.23	1.24	1.24	1.27
16	1.27	1.21	1.27	1.18	1.29	1.29	1.21
17	1.24	1.24	1.21	1.26	1.27	1.21	1.24
18	1.28	1.21	1.8	1.28	1.29	1.27	1.26
19	1.25	1.26	1.19	1.23	1.24	1.26	1.23
20	1.29	1.28	1.28	1.19	1.26	1.22	1.27
Promedio	1.26	1.25	1.27	1.24	1.26	1.25	1.26
Promedio Final				**1.26**			

Fuente: Elaboración Propia

Producción mecanizada por guardia (PM1G)

PM1G = Cantidad de carros mineros (tolva U-35/guardia) * carga por carro minero (TM/ tolva U-35)

Cantidad de U-35: 18 carros mineros/guardia

Carga por U-35: 1.26 TM/carros mineros

PM1G =18 U-35/guardia *1.26 TM/carros mineros

PM1G = 22.68 TM/guardia

Tabla 15.
Producción mensual de extracción mecanizada

MES	U-35/mes	TM/mes	Kg/mes
Jul	1060	1335.6	1335600
Ago	1090	1373.4	1373400
Sep	900	1134	1134000
Oct	960	1209.6	1209600
Nov	1200	1512	1512000
Dic	1170	1474.2	1474200

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 15. Se detalla la producción mensual de cada mes, por el cual se observa una variación de producción de mineral, la producción máxima es 1512 TM/mes; como también la producción mínima es 1134 TM/mes.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Incremento de producción con el sistema de extracción mecanizada

En la tabla 16, se observan las siguientes diferencias; el rendimiento del sistema de izaje manual vs el sistema de izaje mecanizado se incrementa de 0.8989 tonelada por hora a 4.701 toneladas por hora respectivamente, de la misma forma se disminuye el personal a emplear de 12 obreros a 2 obreros con el sistema mecanizado, en cual repercutirá en los costos de mano de obra, también se puede observar en la figura 3:

Tabla 16.
Diferencias del rendimiento del sistema de izaje manual y mecanizado

Ítem	Manual	Mecanizada	Diferencia
TM/hora	0.67	2.52	1.85
TM/guardia	6.03	22.68	16.65
TM/día	12.078	45.36	33.8
Personal a emplear	12	2	10

Fuente: Elaboración propia

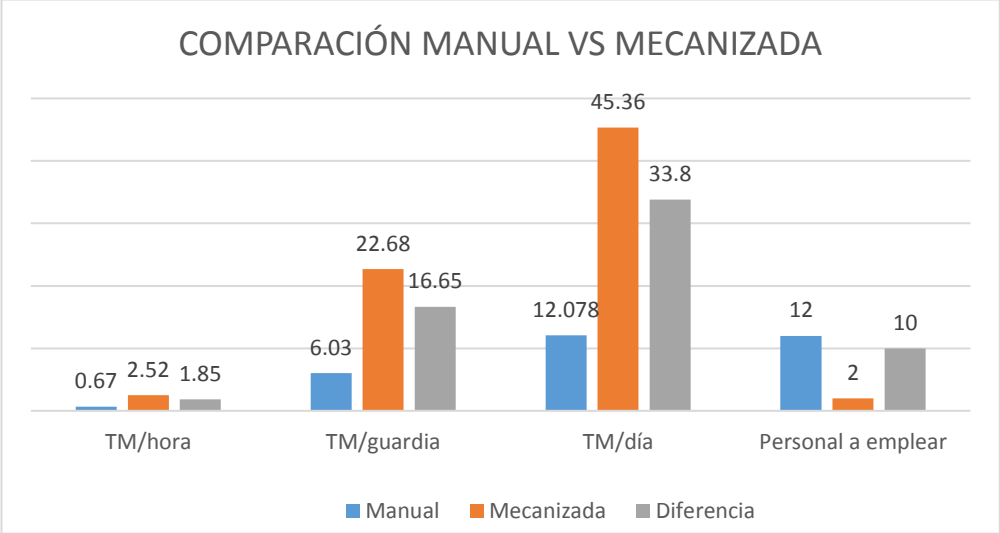


Figura 3.
Comparacion manual vs mecanizada de las diferencias del rendimiento de izaje

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se observa la diferencia de producción mensual de manual y mecanizado; como también se observa en la figura 4. El estándar realizado con sus respectivos planos se detalla en el Anexo 1, Anexo 2, Anexo 3, Anexo 4 y Anexo 20.

Tabla 17.
Comparación de valores de producción mensual manual y mecanizado

Manual		Mecanizada	
MES	**TM**	**MES**	**TM**
ENE	362.55	JUL	1335.6
FEB	357.71	AGO	1373.4
MAR	357.26	SEP	1134
ABR	364.78	OCT	1209.6
MAY	363.74	NOV	1512
JUN	367.14	DIC	1474.2

Fuente: Elaboración propia

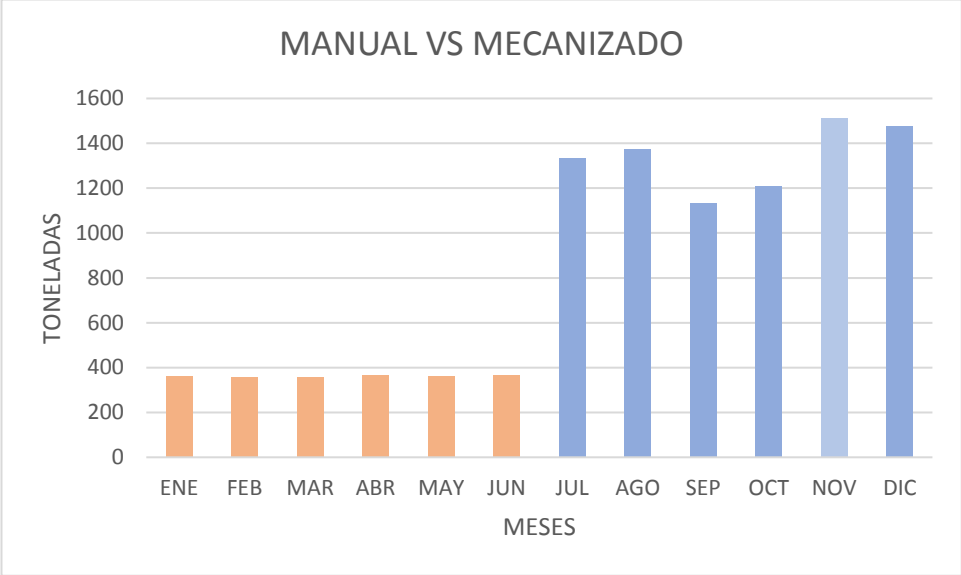


Figura 4.
Comparación manual vs mecanizado de la producción mensual manual y mecanizado

Fuente: Elaboración propia

5.2. Comprobación de hipótesis:

Tabla 18.
Análisis de Varianza para los datos de uso de izaje para la extracción de mineral con winche en el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	P - valor
Días	6	25.97	4.328	1.196	0.314
Sacos	19	125.331	6.596	1.822	0.028
Error Experimental	114	412.665	3.62		
Total	139	563.966			

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la varianza nos informa que el modelo es significativo por los tanto es aplicable para los factores días y sacos. A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los factores.

Factor días. El valor del estadístico de contraste de igualdad del factor mes, **F = 1.196** deja a su derecha un p-valor de **0.314**, mayor que el nivel de significación del 5%. Significa que alguno de los días en estudio no influye significativamente en la producción en la mina. Es decir, no existen diferencias significativas en la producción en la mina por días.

Factor sacos. El valor del estadístico de contraste de igualdad de los años, *F = 1.822* deja a su derecha un p-valor que **0.028**, menor que el nivel de significación del 5%, La eficacia de este diseño depende de los efectos de los sacos y tiene un efecto significativo, por lo tanto, el diseño es eficaz, la inclusión del factor sacos en el modelo es acertada. Así, la producción en la mina depende de la cantidad de mineral extraída por saco donde se aplicó el winche de izaje.

Error Experimental. En esta fila se recoge la variabilidad de la variable dependiente que es la producción en la mina, no explicada por el modelo.

Total. En esta fila se recoge la variabilidad observada en la variable dependiente por todas las causas.

5.3. Gráfico de las medias.

El gráfico de medias sugiere un fuerte crecimiento de la disponibilidad del tiempo medio en el año 2020 al pasar de 1320 min. a 1340 min aproximadamente. La disponibilidad tiempo medio superior por año conducen a un efecto beneficioso en el presente estudio, mostrando el

gráfico un perfil de ligero ascenso; es decir existe diferencias estadísticas significativas.

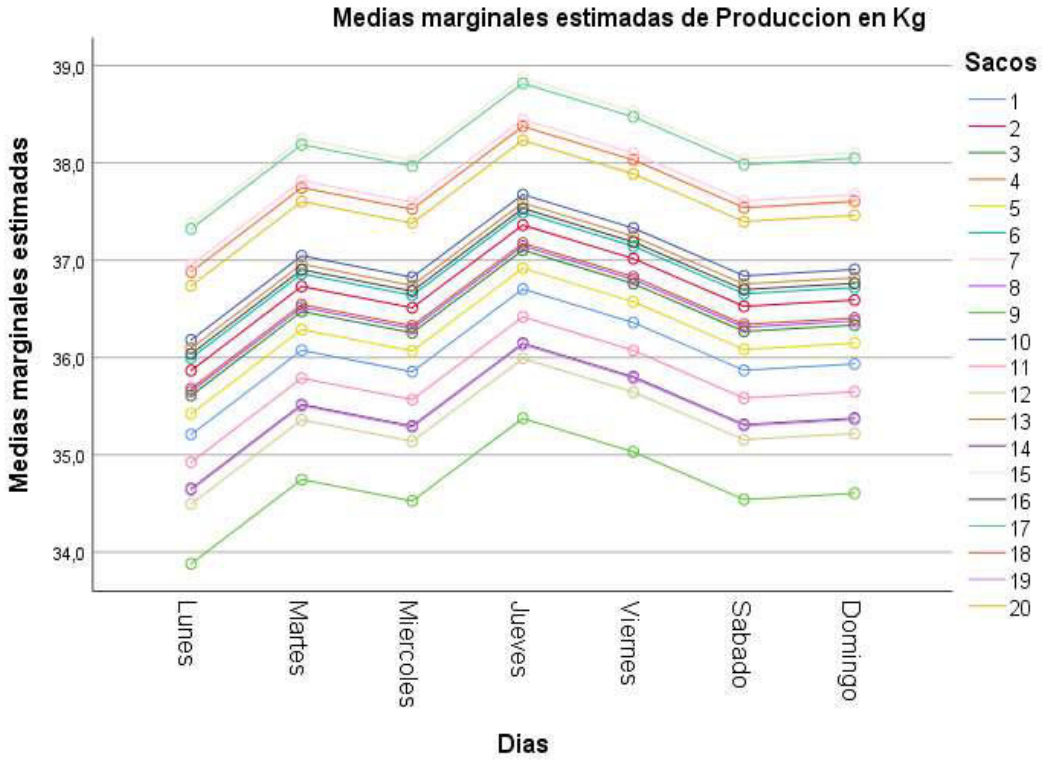


Figura 5.
Medidas marginales estimadas de producción en Kg

Fuente: Elaboración propia

5.4. Prueba de comparaciones múltiples

El ANOVA no indica cuántos sacos del mineral difieren estadísticamente ni cuáles son. Una inspección visual de los resultados puede proporcionar sin duda alguna pista, pero si se quieren tener criterios más sólidos, hay diversas pruebas estadísticas que permiten saber de qué saco con extracción mineral se trata.

Tabla 19.
Prueba de comparaciones múltiples para el factor sacos

Producción en Kg

Duncan[a,b]

Sacos	N	Subconjunto		
		1	2	3
9	7	34,671		
12	7	35,286	35,286	
19	7	35,429	35,429	
14	7	35,443	35,443	
11	7	35,714	35,714	35,714
1	7	36,000	36,000	36,000
5	7	36,214	36,214	36,214
3	7	36,400	36,400	36,400
8	7	36,443	36,443	36,443
18	7	36,471	36,471	36,471
2	7	36,657	36,657	36,657
6	7	36,786	36,786	36,786
16	7	36,829	36,829	36,829
13	7	36,886	36,886	36,886
10	7	36,971	36,971	36,971
20	7		37,529	37,529
4	7		37,671	37,671
7	7		37,743	37,743
17	7			38,114
15	7			38,171
Sig.		,067	,051	,050

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 3,620

a) Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 7,000

b) Alfa = 0.05.

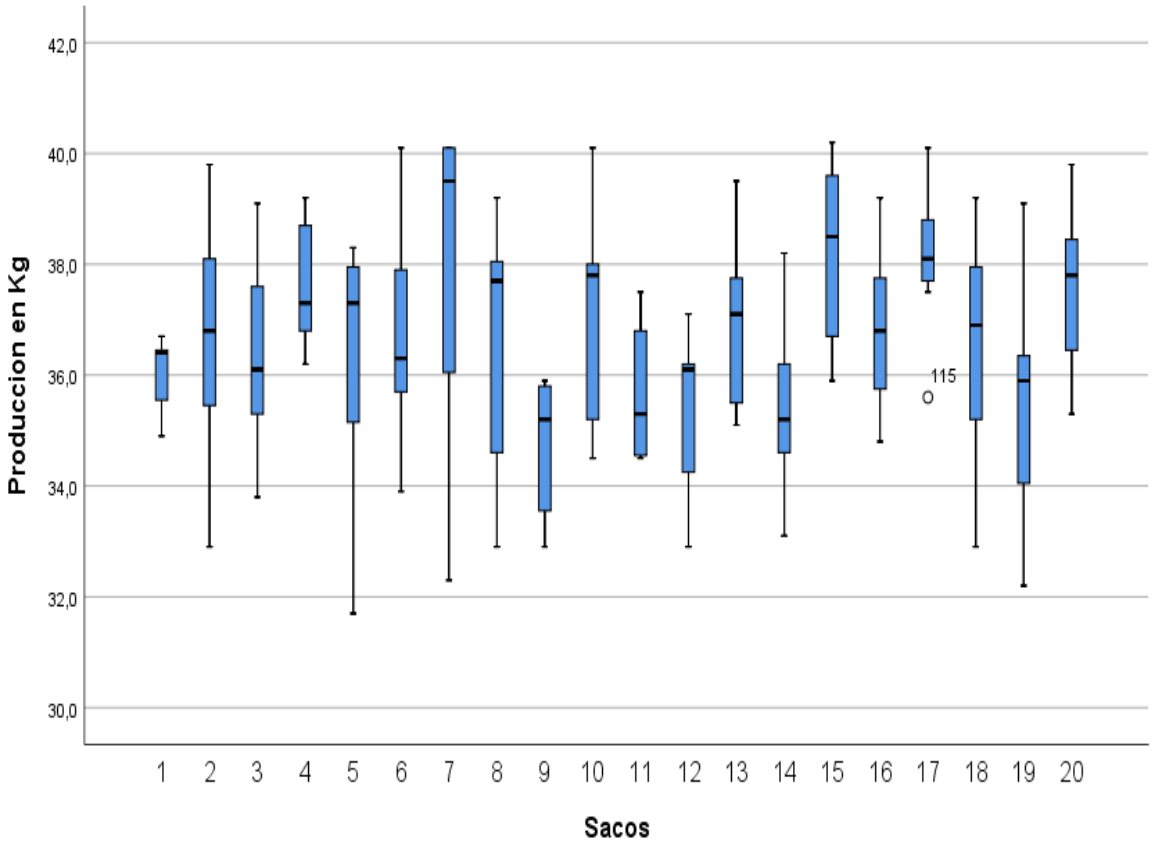


Figura 6.
Producción en Kg vs sacos

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 y la Figura 6 muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (P≤0.05), para el factor sacos, donde se observa que el año 2020 con la producción en la mina se diferencia entre el conjunto de sacos extraídos con mineral durante el proceso de investigación. Por otro lado, las que aportan moderadamente al estudio es el saco extraído con mineral fue el saco 15 y 17 respectivamente, así mismo el saco extraído que menos aporta al presente estudio es el saco 9, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de cajas.

Tabla 20.
Prueba de comparaciones múltiples para los días

Producción en Kg

Duncan[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05
Días	N	1
Lunes	20	35,780
Miércoles	20	36,425
Sábado	20	36,440
Domingo	20	36,505
Martes	20	36,645
Viernes	20	36,930
Jueves	20	37,28
Sig.		,117

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a) Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 20,000.

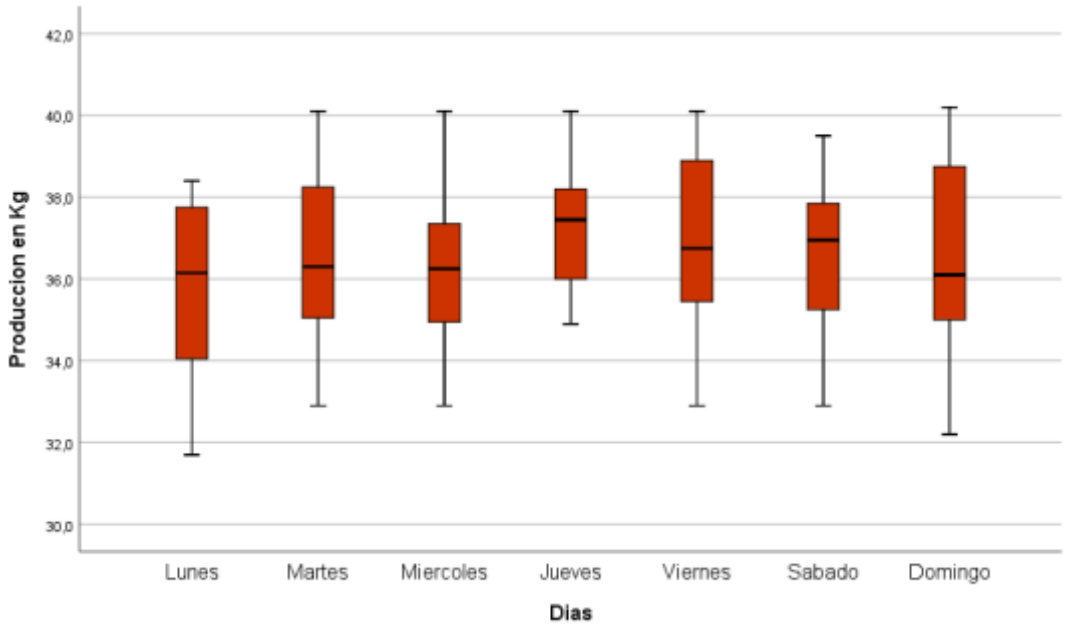


Figura 7.
Producción en Kg vs Días

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 y la figura 7 muestra la prueba de comparaciones múltiples de Duncan (P≤0.05), para el factor días, donde se observa que no existe diferencias estadísticas significativas; es decir los días por semana en estudio no se diferencian, tal como se muestra en la tabla de diferencia de medias y el diagrama de cajas.

5.5. Prueba de Hipótesis General

5.5.1. Hipótesis

Hipótesis nula (Ho): El uso de izaje para la extracción de mineral con winche no permitirá el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

Hipótesis alterna (H_1): El uso de izaje para la extracción de mineral con winche permitirá el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

5.5.2. Nivel de significación

$$\alpha = 0.05$$

5.5.3. Estadístico de Pueba

$t = \dfrac{(\bar{X} - \bar{Y})}{\sqrt{\dfrac{\sigma_x^2}{n} + \dfrac{\sigma_y^2}{m}}}$, que se distribuye normalmente

Para muestras pequeñas $(n \leq 30, m \leq 30)$ y cuando se conocen las σ_x y σ_y

5.5.4. Región Critica

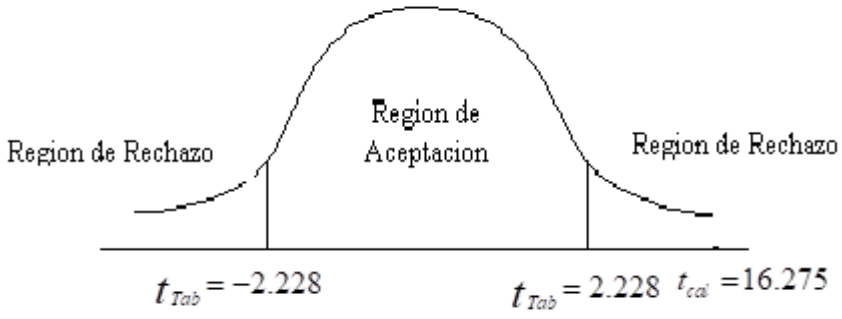


Figura 8.
Región critica de aceptación

Fuente: Elaboración propia

5.5.5. Cálculos

Tabla 21.
Estadísticas de grupo

	Tipo de extracción	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Producción en Kg	Mecanizada	6	1339800,000	147083,9760	60046,7818
	Manual	6	362196,900	3953,1955	1613,8853

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22.
Prueba de muestras independientes

	Prueba de levene de igualdad de varianzas		**Prueba t para la igualdad de medias**						
								95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	11,753	,006	16,275	10	,000	977603,1000	60068,4662	843762,2168	1111443,9832
No se asumen varianzas iguales			16,275	5,007	,000	977603,1000	60068,4662	823259,1706	1131947,0294

Fuente: Elaboración propia

5.5.6. Decisión.

A un nivel de significación del 5% $t_{cal} = 16.275$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que los puntajes promedio del uso de izaje para la extracción de mineral con winche permite significativamente y directamente el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

CONCLUSIONES

- Con la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje en el inclinado 020 en la corporación minera santa teresa se logró una producción de 22.68 TM/guardia, 45.36 TM/dia y 1,360.8 TM/mes en comparación al sistema de izaje manual que producía solamente 6.03 TM/guardia, 12.078 TM/dia y 362.20 TM/mes que nos muestra un incremento de producción de 16.65 TM/guardia, 33.8 TM/dia y 998.6 TM/mes la misma que demuestra la hipótesis planteada es acertada.

- Concluimos que los puntajes promedio del uso de izaje para la extracción de mineral con winche permite significativamente y directamente el incremento de la producción en la mina Challhuamayo de la Corporación Minera Santa Teresa E.I.R.L. – Ituata.

- El acondicionamiento del inclinado 020 ha permitido la instalación, implementación y el funcionamiento del sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje llegando a los resultados de incremento de extracción en la corporación minera santa teresa.

- Se logró incrementar la producción en menor tiempo con winche de izaje a través del inclinado 020 en la corporación minera santa teresa reduciendo el tiempo extracción.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda extraer el mineral mediante winche de izaje mecanizado en la cual mejora en la producción de los niveles inferiores que tiene la corporación minera santa teresa.

- Se recomienda capacitar al personal para la extracción de mineral en él lugar de trabajo, utilizando procedimientos de izaje en inclinado

- Para el incremento de producción se recomienda utilizar equipos de izaje diseñados adecuadamente en la extracción de inclinados en la corporación minera santa teresa.

- Se recomienda utilizar sistema de izaje con winches de tambora para una extracción rápida con buena producción de mineral.

- Se requiere una nueva planta de procesamiento de mineral implementando chancadora de quijada, chancadora cónica, molinos sag, hidrociclones, tanques acondicionadores, celdas de flotación, para seguir optimizando.

.

REFERENCIAS

Bibliografía

Arias Calla, L. (2013). *Planeamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O San Braulio Uno Pontificia Universidad Católica del Perú.* Lima - Peru: Informe de Tesis.

Baldeón Quispe, Z. (2011). *Gestión en las operaciones de transporte y acarreo sobre rieles para el incremento de la producción en CIA. Minera Arcata.*

Del Pino Avila, D. (1998). *Profundización del Pique 801 Mina Mercedes S. A.* Ica .

Melgar Pérez, B. (2010). *"Proyecto: Construcción de Pique, Mina Teresita, Cia. Minas Recuperada S.A.".* Huamanga - Ayacucho: Informe de Tesis.

Mushiri, T. (1992). *"Design of a hoisting system for a small scale mine".*

Robert L., M. (2006). *diseño, fabricación y puesta en marcha de máquinas motorizadas para el uso en minería, los resultados son favorables para el desarrollo de la mejora de proceso, ya que es parte importante en el cambio de cables de acero en el sistema de izaje en los pique.* Mexico.

Segama. (2012). *Tesista de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil presentó*

el Proyecto de Construcción de Pique en La Mina Teresita CIA. Minas Recuperada S.A.

Telleria Paredes, L. (2002). *"Diseño de estructuras mineras".*

ANEXOS

ANEXO 1.

Hoja de reporte diario de operaciones Planta Challhuamayo / Cominsat E.I.R.L.

HOJA DE REPORTE DIARIO DE OPERACIONES PLANTA CHALLHUAMAYO / COMINSAT E.I.R.L.

TURNO NOCHE

MOLINOS OPERATIVOS	FIRMA	FECHA: 07/08/2020	NRCARROS U-35: 36
09		CONCENTRADO:	BILLAS:
RESPONSABLE: Carlos Vargas			

PERSONAL OPERATIVO	MIN PROC (U35)	MIN PROC (THM)	Hg UTILIZADO	Cem. Utiliz.	BILLA 2 1/2"	BILLA 3 1/2"
10	11.6	14.4	630 Gr.	63 Kg	240 Kg	160 Kg
HORAS MOLIENDA TRABAJADAS		63	STOCK DE GRUESOS			2.16 Tn
HORAS TRABAJO CHANCADORA		4.00 hrs	STOCK FINOS			28 Tn

OBSERVACIONES:

TURNO MADRUGADA

MOLINOS OPERATIVOS	FIRMA	FECHA: 07/08/2020	NRCARROS U-35: —
09		CONCENTRADO:	BILLAS:
RESPONSABLE: Robert Hostiby			

PERSONAL OPERATIVO	MIN PROC (U35)	MIN PROC (THM)	Hg UTILIZADO	Cem. Utiliz.	BILLA 2 1/2"	BILLA 3 1/2"
10	11.6	14.4	520 gr.	63 Kg	240 Kg	160 Kg
HORAS MOLIENDA TRABAJADAS		63	STOCK DE GRUESOS			2.0
HORAS TRABAJO CHANCADORA		—	STOCK FINOS			19.9

OBSERVACIONES:

TURNO DIA

MOLINOS OPERATIVOS	FIRMA	FECHA: 08/08/2020	NRCARROS U-35: 18
09		CONCENTRADO:	BILLAS: Se aumentaron 10 Kilos de bolas de 2 1/2" a los 9 molinos
RESPONSABLE: Roberto Paquiyauri			

PERSONAL OPERATIVO	MIN PROC (U35)	MIN PROC (THM)	Hg UTILIZADO	Cem. Utiliz.	BILLA 2 1/2"	BILLA 3 1/2"
10	11.6	14.4	625 gr.	63 Kg	240 Kg	160 Kg
HORAS MOLIENDA TRABAJADAS		63	STOCK DE GRUESOS			6.44
HORAS TRABAJO CHANCADORA		2.00 hrs	STOCK FINOS			24.9

OBSERVACIONES:

SUMA TOTAL DE LOS TRES TURNOS

MOLINOS OPERATIVOS	FIRMA	FECHA:	NRCARROS U-35: 34
09		CONCENTRADO:	BILLAS:
RESPONSABLE:			

PERSONAL OPERATIVO	MIN PROC (U35)	MIN PROC (THM)	Hg UTILIZADO	Cem. Utiliz.	BILLA 2 1/2"	BILLA 3 1/2"
10	34.8	43.2	1575 Gr.	189 Kg	240 Kg	160 Kg
HORAS MOLIENDA TRABAJADAS		189	STOCK DE GRUESOS			10.44
HORAS TRABAJO CHANCADORA		4.00	STOCK FINOS			24.9

OBSERVACIONES:

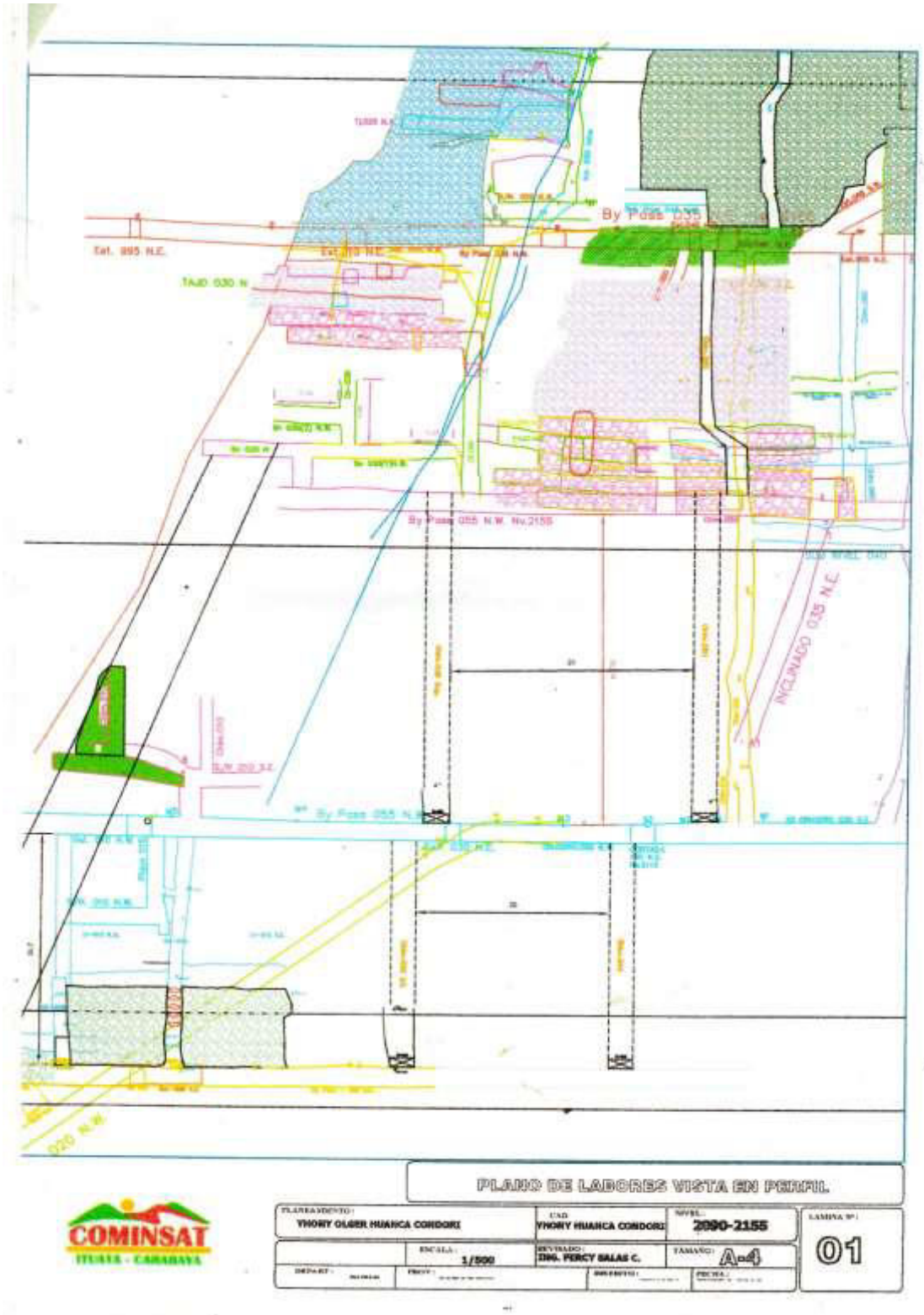
INCIDENTES:

V°B° JEFE DE PLANTA

SUPERVISOR GENERAL

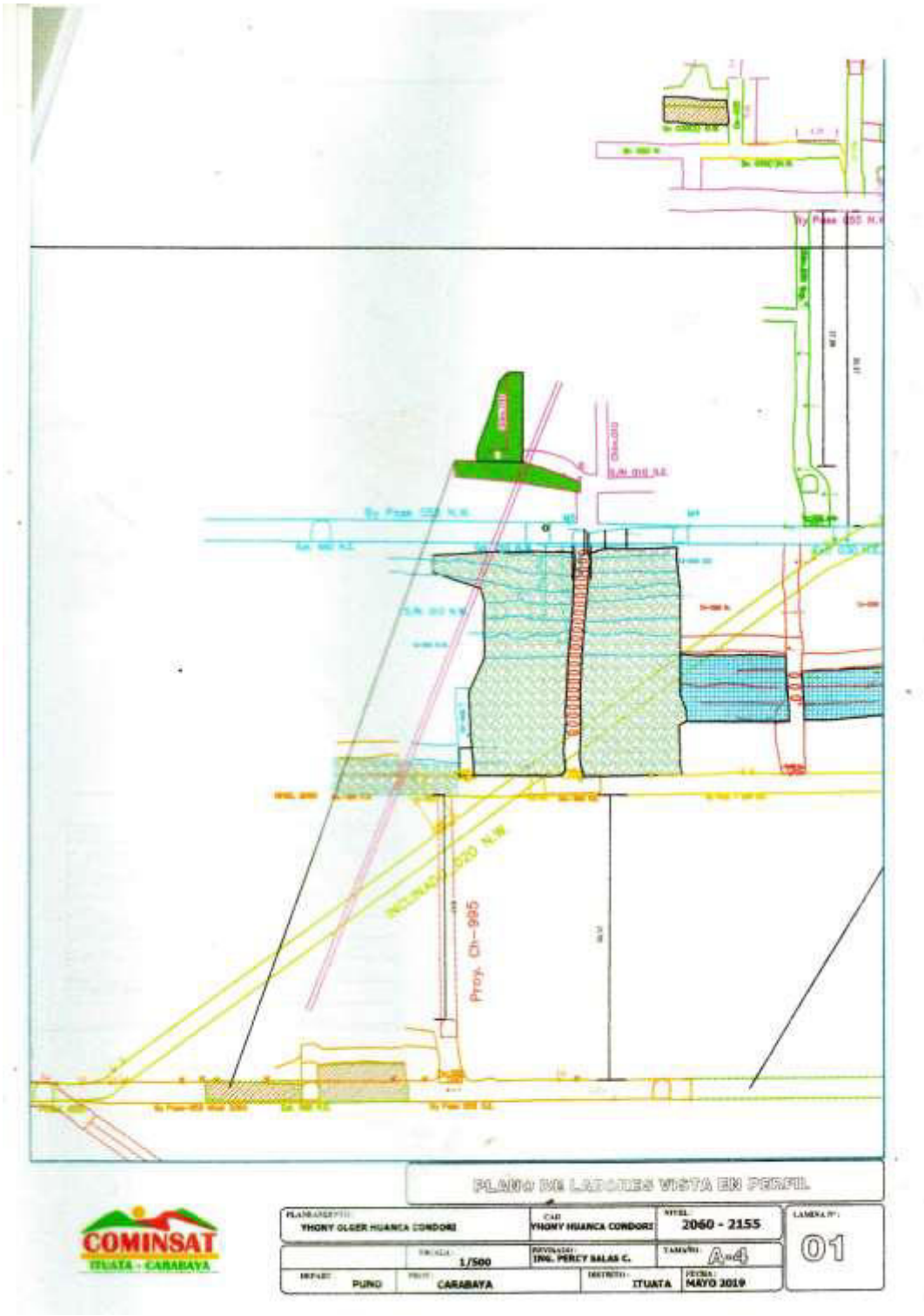
ANEXO 2.

Plano de labores vista en perfil Nv.2155



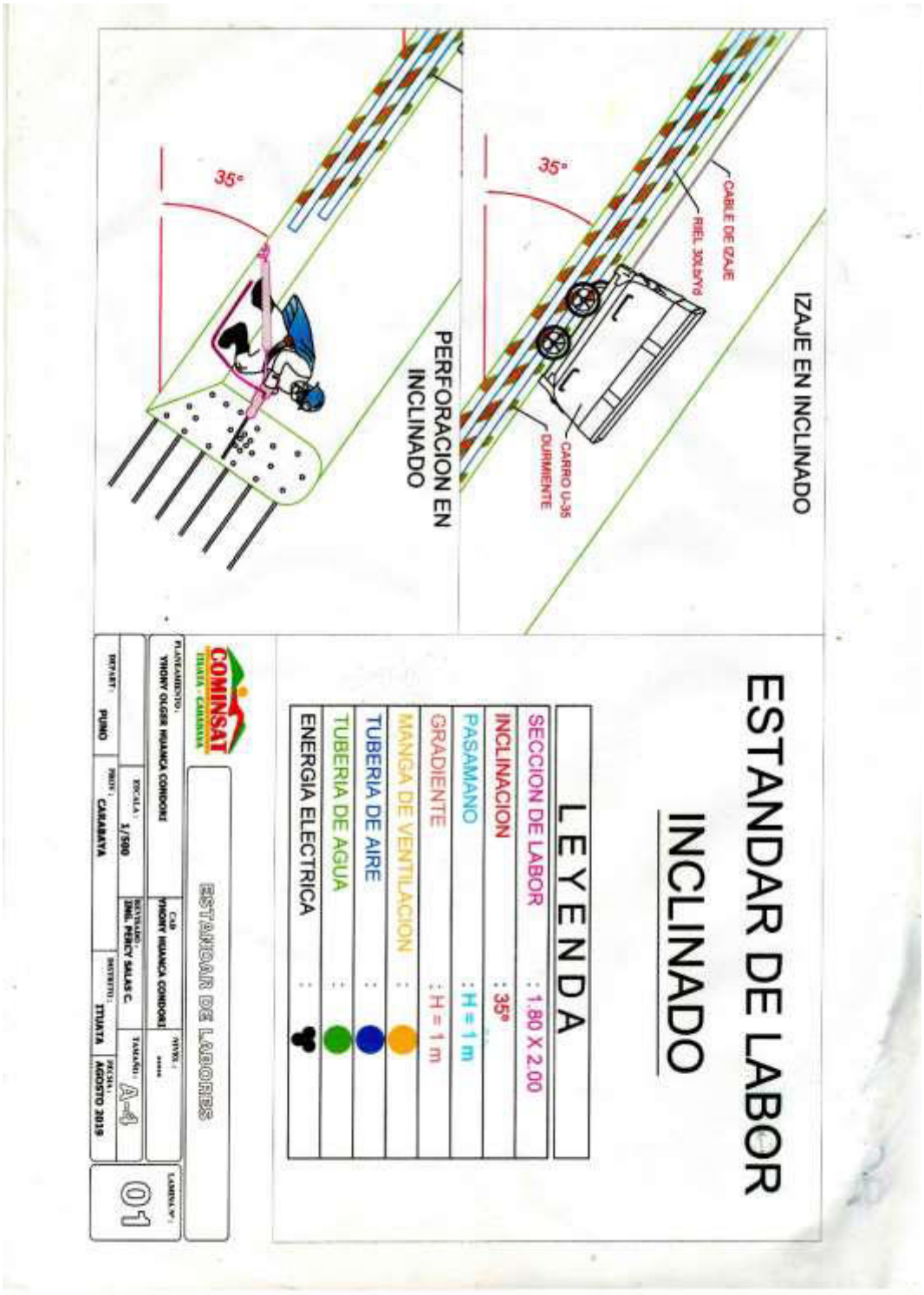
ANEXO 3.

Plano de labores vista en perfil Nv.2060 – Nv.2155



ANEXO 4.

Estándar de la labor inclinada



ANEXO 5.

En la imagen se observa el colocado de motor 30 Hp en el winche 020.



ANEXO 6.

En la imagen de observa la instalación de la caja de engranaje en el winche 020.



ANEXO 7.

En la imagen se observa la instalación de energía al winche 020



ANEXO 8.

En la imagen se observa la limpieza realizada manualmente con personal utilizando bidones cortados a la mitad, estos son llenados en sacos mineros.



ANEXO 9.

En la imagen se observa la instalación de estructura sobre la plataforma en los fierros corrugados.



ANEXO 10.

En la imagen se observa la plataforma de concreto para la instalación del winche de izaje.



ANEXO 11.

En la imagen se observa al personal realizando sus trabajos de extracción de mineral en sacos y en forma manual.



ANEXO 12.

En la imagen se observa la instalación de riel en el inclinado 020 para facilitar la extracción del nivel inferior.



ANEXO 13

En la imagen se observa el inclinado negativo 020.



ANEXO 14

En la imagen se observa la cámara donde se encuentra el winche 020



ANEXO 15

En la imagen se observa la plataforma donde se encuentra instalado el winche 020



ANEXO 16

En la imagen se observa la extracción de mineral manualmente en sacos por guardia.



ANEXO 17

En la imagen se observa el izaje del carro minero U-35 por en inclinado 020.



ANEXO 18

En la imagen se observa el acarreo de mineral de la tolva 990 en el carro minero U-35 del inclinado 020.



ANEXO 19

En la imagen se observa mineral en superficie extraído del inclinado 020.



ANEXO 20

En la imagen se observa es estándar de servicios auxiliares del inclinado 020.

