

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“SISTEMA DE EXTRACCION DE MINERAL DEL PIQUE 718 CON WINCHE DE
IZAJE E INCREMENTO DE PRODUCCION EN LA MINA CALPA - AREQUIPA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. Albert, MEDINA AYQUE

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE MINAS**

PUNO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

“Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la Mina Calpa - Arequipa”

Tesis

PRESENTADA POR:

Bach. Albert, MEDINA AYQUE

A la Coordinación de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional del Altiplano como requisito para optar el título de:

NACIONAL DEL
INGENIERO DE MINAS

APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:

PRESIDENTE

Ing. David, VELÁSQUEZ MEDINA.

PRIMER MIEMBRO

M. Sc. Ing. Esteban, MARÍN PAUCARA.

SEGUNDO MIEMBRO

Ing. Lucio, MAMANI BARRAZA.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Américo, ARIZACA AVALOS.

ASESOR DE TESIS

Ing. Javier, MONTESINOS CHÁVEZ.

PUNO - PERÚ

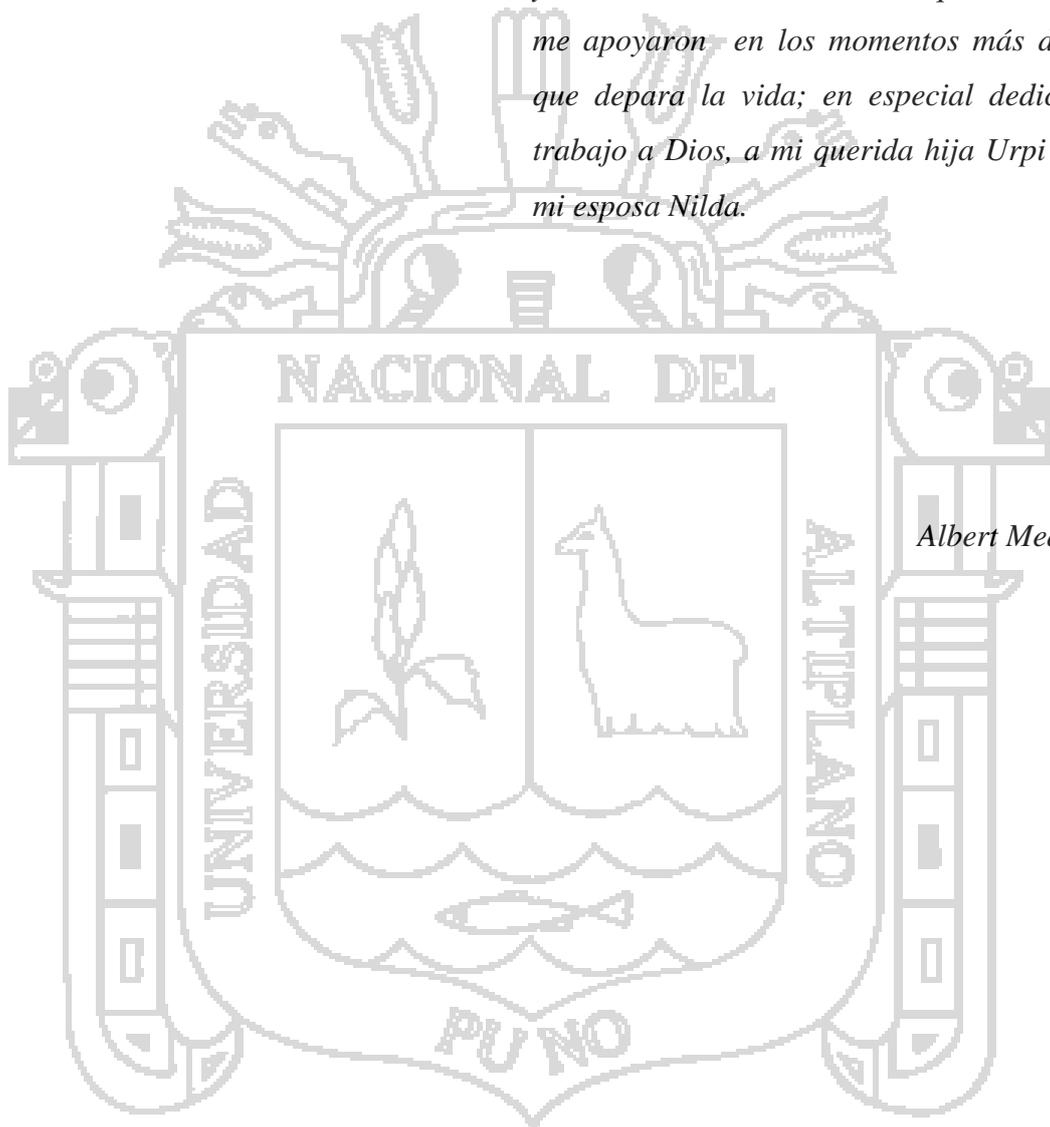
2014

Área: Ingeniería de minas.

Tema: Métodos de extracción de yacimientos minerales metálicos y no metálicos.

DEDICATORIA

A mí querida madre Livia y padre Sergio Víctor quienes supieron demostrar su cariño y afecto al guiarme hacia este objetivo; a mis queridos hermanos Vasili J., Tricia y Verónica y a mi sobrino José Leonardo quienes siempre me apoyaron en los momentos más difíciles que depara la vida; en especial dedico este trabajo a Dios, a mi querida hija Urpi Nair y mi esposa Nilda.



Albert Medina A.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, a los docentes de la Facultad de Ingeniería de Minas que me inculcaron los conocimientos esenciales de esta carrera bregada como es la minería.

Por último, y lo más importante, agradezco a Dios, por iluminarme con un poco de conocimiento, que me permiten seguir luchando y trabajando por la vida y por mi familia.



Albert Medina A.

INDICE

	Página
RESUMEN	11
INTRODUCCION	12
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos de la investigación.....	14
1.3.1. Objetivo general.....	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación de la investigación.....	15
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de la investigación.....	16
2.2. Base teóricas.....	17
2.2.1. Extracción por pique de mina.....	17
2.2.2. Sistema de izaje.....	18
2.2.3. Componentes de un sistema de izaje.....	18
2.2.5. Incremento de producción.....	19
2.2.6. Almacenaje de mineral “ore pocket”.....	20
2.2.7. Cable de acero.....	21
2.2. 8. Izaje.....	22

2.2.9. Tipos de izaje.....	22
2.2.10. Winche.....	23
2.2.11. Diseño de ingeniería y supervisión para piques.....	24
2.2.12. Winche de izaje.....	24
2.2.13. Equipos para izaje.....	24
2.2.14. Pique.....	24
2.2.14.1. Factores para su construcción.....	24
2.2.13.2. Formas de la sección transversal de un pique.....	25
2.3. Definiciones conceptuales.....	25
2.3.1. Sistema de extracción de mineral - Mina Calpa.....	25
2.3.2. Pique 718 - Mina Calpa.....	25
2.3.3. Winche de izaje - Mina Calpa.....	25
2.3.4. Incremento de producción - Mina Calpa.....	25
2.4. Formulación de hipótesis.....	26
2.4.1. Hipótesis general.....	26
2.4.2. Hipótesis específica.....	26

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y diseño de investigación.....	27
3.2. Población y muestra.....	27
3.2.1. Población.....	27
3.2.2. Muestra.....	28
3.3. Operacionalización de variables.....	28
3.4. Técnicas de recolección de datos.....	29
3.5. Técnicas y procesamiento de recolección de datos.....	29
3.6. Instrumentos de recolección de datos.....	29

CAPÍTULO IV**EXPOSICIÓN Y CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

4.1.	Ámbito de estudio.....	31
4.1.1.	Ubicación y acceso	31
4.2.	Geología de la Mina Calpa	32
4.3.	Elementos de infraestructura y equipos básicos	34
4.4.	Labores de preparación y desarrollo	34
4.5.	Explotación proyectada	35
4.6.	Método de minado en la Mina Calpa	35
4.6.1.	Descripción del método	35
4.6.2.	Descripción del diseño de los tajeos para explotación.....	36
4.6.3.	Perforación	37
4.6.4.	Voladura	39
4.6.5.	Limpieza	40
4.6.6.	Extracción.....	40
4.6.7.	Relleno.....	40
4.6.8.	Sostenimiento	41
4.9.	Producción proyectada de la Mina Calpa	41
4.9.1.	Requerimiento de personal por actividades por un corte de tajeo	41
4.10.	Inversión general de la Mina Calpa	42
4.11.	Servicios Auxiliares de la Mina Calpa	42
4.12.	Producción de la Mina Calpa.....	45
4.13.	Equipos utilizados en la producción de Mina Calpa	46

CAPÍTULO V**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

5.1.	Implementación del winche de izaje en el pique 718	48
5.1.1.	Instalación del winche de izaje	48

5.1.2. Instalación del castillo	49
5.1.3. Acondicionamiento del pique 718	49
5.1.4. Preparación del ore pocket de carga	50
5.1.5. Preparación de la cancha	50
5.1.6. Instalación del skip	51
5.2. Sistema de extracción de mineral manual y mecanizado en el pique 718.....	51
5.2.1. Sistema de extracción manual.....	51
5.2.2. Sistema de extracción mecanizada.....	54
5.2.2.1.Características del winche de izaje	54
5.2.2.2.Dimensionamiento del sistema de izaje	55
5.2.2.3.Ciclo de transporte en el sistema de extracción del pique 718	56
5.2.2.4.Control de tiempo de extracción por viaje en el pique 718	57
5.3. Incremento de producción con el sistema de extracción mecanizada	60

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	62
Recomendaciones.....	62

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
---	----

ANEXOS

Anexo 2.1. Componentes de un sistema de izaje.....	65
Anexo 2.2.Tipo de izaje	66
Anexo 3.1. Balanza electrónica de 3 toneladas	67
Anexo 4.1. Ubicacion de la Mina Calpa	67
Anexo 4.2. Plano de acceso de la unidad operativa Calpa.	68
Anexo 5.1. Foto: Estructura metálica (Base para anclar el winche)	68
Anexo 5.2. Foto: Zapata de concreto armado (base para anclar el winche)	69
Anexo 5.3. Foto: zapata de concreto armado (base para anclar el castillo)	69

Anexo 5.4. Foto: Castillo de estructura metálica.....	70
Anexo 5.5. Foto: Instalación del castillo.	70
Anexo 5.6. Foto: Acondicionamiento del pique718	71
Anexo 5.7. Foto: Ore pocket (bolsillo) en el nivel 2269	71
Anexo 5.8. Foto: Preparación del muro de contención en la cancha	72
Anexo 5.9. Foto: Muro de contención terminado en la cancha	72
Anexo 5.10. Foto: Skip del pique 718.....	73
Anexo 5.11. Foto: Skip con carga en el pique 718.....	73
Anexo 5.12. Foto: Operación unitaria de extracción manual.	74

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 5.1. Producción manual vs mecanizada (TM)	60
Grafico 5.2. Producción mensual de manual vs mecanizado (TM)	61

LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1.Operacionalización de variables	28
Cuadro 4.1.El acceso de Arequipa a Mina Calpa	32
Cuadro 4.2.El acceso de Lima a Mina Calpa	32
Cuadro 4.3.Datos técnico- económicos del método propuesto.....	36
Cuadro 4.4.Parámetro del tajeo	37
Cuadro 4.5. Resumen de reservas potenciales	38
Cuadro 4.6. Requerimiento de personal	42
Cuadro 4.7. Producción de mineral por vetas	46
Cuadro 4.8. Equipos utilizados para la producción de la Mina Calpa	47
Cuadro 5.1. Cantidad de sacos de mineral con el sistema de extracción manual	51
Cuadro 5.2. Peso de mineral por sacos.....	52
Cuadro 5.3. Producción manual	53
Cuadro 5.4. Producción mensual de extracción manual	53

Cuadro 5.5. Señales con sonido de operación del winche de izaje del Pique 718	56
Cuadro 5.6. Ciclo de izaje con tiempos estimados	56
Cuadro 5.7. Tiempos estimados de izaje de mineral	57
Cuadro 5.8. Control de tiempos en la producción mecanizada del winche	58
Cuadro 5.9. Peso de la carga del skip de cada muestra	58
Cuadro 5.10. Sistema de extracción mecanizada mediante skip.....	59
Cuadro 5.11. Producción mensual de extracción mecanizada	59
Cuadro 5.12. Comparación de producción de mineral y personal	60
Cuadro 5.13. Comparación de valores de producción mensual manual y mecanizado ..	61



RESUMEN

El Presente trabajo de investigación titulado “Sistema de extracción de mineral del pique 718 con winche de izaje e incremento de producción en la Mina Calpa – Arequipa”, se encuentra en el Departamento de Arequipa, Provincia de Caraveli, Distrito de Atico a una altitud de 1950 msnm, cuyo enunciado general del problema es ¿Cuál es la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje que permita el incremento de la producción en el menor tiempo atreves del pique 718 en la Mina Calpa?, y los enunciados específicos son; ¿Cómo es la implementación de un sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa? y ¿Como el winche de izaje influye en el incremento de la producción en menor tiempo a través del pique 718 en la Mina Calpa?; tiene como objetivo general; Implementar el sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje que permita el incremento de la producción en el menor tiempo a través del pique 718 y como objetivos específicos se tiene: Implementar un sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje en el pique 718 y Incrementar la producción en menor tiempo con winche de izaje a través del pique 718; la hipótesis general planteada es; la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada con el uso del winche de izaje nos permitirá el incremento de la producción en menor tiempo realizándose mediante el pique 718 y como hipótesis específica se tiene; la implementación de un sistema de extracción de mineral mecanizada se recurrirá al uso de un winche de izaje en el pique 718 y el winche de izaje influirá en el incremento de la producción en menor tiempo a través del pique 718; donde la metodología empleada es descriptiva y aplicativa.

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 7.1918 TM/guardia y posterior a esta instalación del winche de Izaje se logro producir 37.608 TM/Guardia.

INTRODUCCION

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. En las últimas décadas el equipo minero de izaje y sus sistemas evolucionaron desde las maquinas a vapor hasta los rectificadores estáticos de corriente alterna a corriente continua, ahora los controles electrónicos están estandarizados.

En otras palabras, el sistema de izaje de los piques de una mina, tiene semejanza a los ascensores de los edificios; en las minas importantes del peru, se utiliza el winche como maquinaria principal de transporte vertical.

El sistema de izaje puede ser el cuello de botella entre la mina subterránea y la planta en superficie. Se hace imperativa una correcta selección de tipo de izaje. En esta relación vital entre la mina y la planta, los simples estimados de la capacidad de izaje no son lo suficientemente buenos en muchos casos debiendo el ingeniero de minas diseñar y seleccionar el sistema correcto de izaje a fin de trabajar con capacidades reales de diseño.

El izaje minero dentro del campo de la extracción, es la última operación que se realiza y tiene como finalidad extraer mineral a la cancha de mineral,

Sistema de extracción, conllevan a un gran impacto en la productividad y economía de una operación minera y obras de construcción. Por este motivo, si el proceso de extracción produce un incremento de mineral, resultado, entonces el sistema de izaje mecanizada es muy productivo.

En el presente trabajo de investigación titulado “Sistema de Extracción de Mineral del Pique 718 Con Winche de Izaje e Incremento de Producción en la Mina Calpa – Arequipa”, Sistema de Extracción de Mineral del Pique 718 Con Winche de Izaje es la más importante en la operación., donde el contenido principal de la tesis son los capítulos IV y V que son, exposición y caracterización del area de estudio, y análisis y discusión de resultados respectivamente.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La actividad más importante en una operación Minera es la extracción del Mineral, la que se puede realizar por movimiento en forma horizontal (locomotora, scoop, volquetes), en forma vertical (izaje), por inclinados y piques.

Actualmente en la Mina Calpa la extracción (Izaje) de mineral hacia superficie es realizado por labores auxiliares (galerías, chimeneas y subniveles) que se aprovechan con este fin, en forma manual (sacos de mineral e izaje manual con soga y rondana), ocasionando con ello el excesivo desgaste físico en los trabajadores que se dedican a ejecutar este trabajo, así como también la producción es mínima (7.1918TM/Guardia) del mismo modo la cantidad de trabajadores que intervienen en esta operación unitaria es relativamente alto (14 trabajadores).

Por estas consideraciones, es necesario implementar un sistema de extracción mecanizada utilizando un winche de izaje en cual facilita el jalado del mineral de interior mina a superficie, utilizando 2 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 una facilidad 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. Formulación del problema

Pregunta general

- ¿Cuál es la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje que permita el incremento de la producción en el menor tiempo a través del pique 718 en la Mina Calpa?

Preguntas específicas

- ¿Cómo es la implementación de un sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa?
- ¿Como el winche de izaje influye en el incremento de la producción en menor tiempo a través del pique 718 en la Mina Calpa?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Implementar el sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje que permita el incremento de la producción en el menor tiempo a través del pique 718 en la Mina Calpa - Arequipa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Implementar un sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa.
- Incrementar la producción en menor tiempo con winche de izaje a través del pique 718 en la Mina Calpa.

1.4. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación de tesis tiene como fin contribuir a las empresas mineras que buscan mejorar la extracción de mineral por izaje para su mejor producción, minimizando la pérdida de tiempo y el costo de extracción. En la Mina Calpa, se realiza la extracción en forma manual sacando mineral en sacos a pulso de interior mina a superficie.

En consecuencia el presente trabajo de investigación de tesis es muy importante y prioritario realizar la implementación de extracción mecanizada de mineral utilizando winches de izaje para incrementar la producción en menor tiempo mediante el pique 718 de la Mina Calpa, de tal manera disminuirá en los costos de extracción e influirá en la generación de utilidades en la empresa.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

- Arias Calla L. D. (2013), en su Tesis titulado: *Planeamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O San Braulio Uno* Pontificia Universidad Católica Del Perú, en sus conclusiones indica: "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 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. "
- Del Pino Ávila D. R. (1998), en su Tesis Titulado: *Profundización del Pique 801 Mina Mercedes S. A.*, presentada a la dirección de investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas, en sus conclusiones indica: N° 2 "Las reservas de la mina Mercedes, con la profundización permite prever una vida mayor de 4 años (117 250,00 t).- Conclusión N° 3 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.- Conclusión N° 6 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 x 3 m.- Conclusión N° 8 La profundización del pique logra que las reservas aumente en un 80% y actualmente las reservas son 63 490 t.- Conclusión N°11 El motor que existe actualmente de 60 Hp y según los cálculos, cumple con nuestros requerimientos.”

2.2. Base teóricas

2.2.1. Extracción por pique de mina

Si el acceso a un yacimiento ha sido practicado por medio de un pozo vertical o inclinado, esos pozos son equipados con instalaciones de extracción destinadas al descenso y subida del personal, equipos, materiales, como asimismo a la extracción del mineral y ganga. Esas instalaciones se dividen en las de extracción por jaulas y por skips (vasijas de extracción). Las instalaciones con jaulas pueden cumplir todas las funciones de extracción mencionadas, en tanto que las de skips sirven solo para la extracción de mineral o de ganga.

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 autoregistrador de la velocidad de movimiento de aquella y con otros dispositivos que garanticen 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, S. y otros. Labores Mineras. Editorial MIR).

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. (Francisco Grimaldo Z., 2006).

2.2.2. 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. (Llanque M. Óscar E., y otros.2008).

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 (Hugo M., y otros. 2006).

El izaje es un sistema utilizado para levantar, bajar, empujar o tirar una carga por medio de equipos tales como elevadores eléctricos, de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes - grúa, winches y tecles (Decreto Supremo N° 055-2010-EM).

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 C., Estanislao. 2000).

2.2.3. Componentes de un sistema de izaje

Dependiendo de las dimensiones y necesidades, un winche de izaje tiene los componentes, como también se observar en el anexo 2.1. (Llanque M. Óscar E., y otros. 2008).

- Tambora (una o dos).
- Motor.
- Sistema de seguridad: Lilly control, frenos, etc.

- Palancas de control.
- Cable.
- Jaula, balde o skips.
- Poleas.
- Estructura de desplazamiento o castillo.

2.2.4. 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, y
- Periodo de aceleración y desaceleración.

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).

2.2.5. Incremento de producción

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

mecanización permite alcanzar un mayor nivel de producción, (Llanque M. Óscar E., y otros.1999).

2.2.6. Almacenaje de mineral “ore pocket”

Se debe contar con una capacidad adicional a la requerida por la producción normal de mina. La extracción del mineral producido normal se efectúa mediante piques, inclinados y/o galerías principales de extracción. La preparación de estas labores debe ser rápida aunque esto implique elevar los costos, porque estos tiempos perturban el ciclo de minado, y el sistema de extracción por múltiples vías debe funcionar intermitentemente. El tamaño correcto del pocket depende de la manera como se efectúa el izaje del mineral.

Ejemplo:

El superintendente de una mina decidió probar 20 turnos por semana, pero para dos turnos por día. En la mina se producen 4535t/día, entre la medianoche del viernes y las 7 am del lunes, se desea calcular el tamaño mínimo, del ore pocket.

Solución:

Usando la siguiente ecuación se puede calcular:

$$C = (S_m/S_n) * \text{sond} * TM$$

C : Capacidad necesaria (TM)

S_m : Numero de turnos por semana que opera la mina.

S_n : Numero de turnos por semana que se izan.

Sond : Numero de turnos que la mina ha parado.

TM : Numero De turnos de tonelada producidos por turno.

Entonces la capacidad puede ser calculada como sigue:

$$C = (10/20) * 6 * 1\ 267 = 3\ 801\ TM$$

En este ejemplo, el almacenaje calculado es 150% mayor que la capacidad diaria de la mina. (Llanque M. Óscar E., y otros.1999).

2.2.7. 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 Cassado S.A., 1994).

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.

2.2. 8. Izaje

El izaje minero consiste en el transporte de mineral, relleno, materiales, maquinarias 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 M. Óscar E., y otros.2008).

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

2.2.9. Tipos de izaje

Hoy en día 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. (Hartman, Howard L., 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 y también se observa en el anexo 2.2. (Chávez R., Miler E. 2011).

Los sistemas de izaje se dividen principalmente en dos tipos: Izaje no balanceado.- Es aquel que se realiza a través de un pique de un solo compartimiento, donde no hay un peso descendiente producto de un carro minero, skip o jaula que ayude a izar a los carros o jaulas ascendentes. Izaje balanceado.- Se realiza en un pique de dos compartimientos, donde el peso ascendente del carro minero, skip o jaula es compensado por otro de éstos que desciende pero vacío por el otro compartimiento. (Arias C., Lino D. 2013).

2.2.10. Winche

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. (De la Cruz C., Estanislao. 2000).

Winche de tambor cilíndrico simple. Se escogió cilíndrico, ya que este tipo de tambor es el más óptimo para izajes para un solo nivel (no tienen niveles intermedios). Asimismo, es simple debido a que cuenta con un solo tambor. (Arias C., Lino D. 2013).

Dispositivo mecánico, impulsado manualmente o por un motor, destinado a levantar y desplazar grandes cargas. Consiste en un cilindro o tambor giratorio, alrededor del cual se enrolla un cable o cadena, provocando el movimiento en la carga que está sujeta al otro extremo del mismo. (Guerrero, Enso L. 2012).

2.2.11. Diseño de ingeniería y supervisión para piques

Especialistas en ingeniería y diseño para sistemas de izaje de Shepherd Mining asesoran en la evaluación y factibilidad para su proyecto de profundización de sistemas de izaje (piques), para un proyecto técnicamente viable y económico. Shepherd Mining también realiza evaluaciones a sistemas ya existentes para optimizar la extracción de su mineral y obtener mayor producción. Algunos de los proyectos manejados son Ingeniería y Diseño para el pique en Chacua-Buenaventura y Milpo, Diseño de mina y piques en Orcopampa, Julcani, Uchucchacua, Iscaycruz, Raura, Yauli, Chungar, Huaron, y Minsur (Miningcorp S.A.).

2.2.12. 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).

2.2.13. 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, Enso L. 2012).

2.2.14. Pique

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. (Compumet EIRL. 2006).

2.2.14.1. Factores para su construcción

- Necesidades de extracción de mineral.

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

2.2.13.2. Formas de la sección transversal de un pique

Los piques de mina, por lo general son de forma rectangular y circular, son menos frecuentes y muy raramente los de sección elíptica o curvilínea.

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1. Sistema de extracción de mineral - Mina Calpa

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 volquetes hasta la planta de procesamiento.

2.3.2. Pique 718 - Mina Calpa

Es una labor vertical, es un acceso principal que sirve de comunicación entre el nivel 2269 en subterráneo al nivel 2311 que está en la superficie, con la finalidad de subir mineral y subir o bajar materiales, equipos y otros; además sirve de ventilación de la mina.

2.3.3. Winche de izaje - Mina Calpa

Es una maquina utilizada para el izaje de mineral y/o desmonte, materiales y equipos, con la finalidad de incremento de producción de mina.

2.3.4. Incremento de producción - Mina Calpa

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.

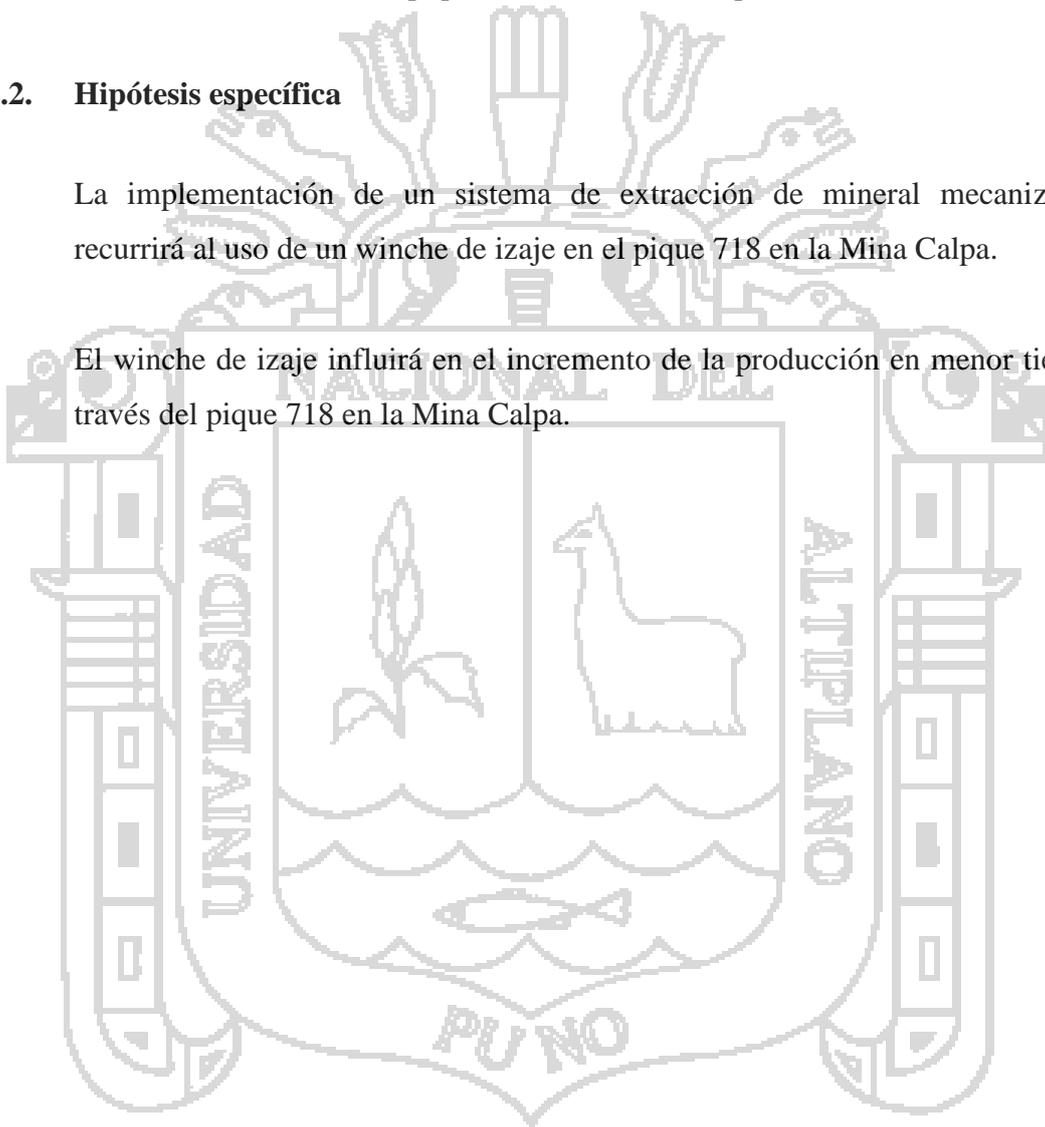
2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

- La implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada con el uso del winche de izaje nos permitirá el incremento de la producción en menor tiempo realizándose mediante el pique 718 en la Mina Calpa.

2.4.2. Hipótesis específica

- La implementación de un sistema de extracción de mineral mecanizada se recurrirá al uso de un winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa.
- El winche de izaje influirá en el incremento de la producción en menor tiempo a través del pique 718 en la Mina Calpa.



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación que se ha realizado es de tipo descriptivo y aplicativo, pues se determinaran y se describirán los factores que influye en la extracción de mineral mecanizada, así como las variables son la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje, lo que ha de ocasionar el incremento de la producción en el menor tiempo posible atreves del pique 718 en la Mina Calpa; que para ello el diseño de investigación se ha planteado el cuasi experimental para cumplir con la investigación correspondiente.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Para el estudio de investigación se ha tomado de referencia la Mina Calpa debido a que en esta unidad minera se trabaja con equipos de extracción de mineral en el cual el winche de izaje es uno de los equipos importantes de extracción de mineral y es único que vendrá ser la población.

3.2.2. Muestra

Como muestra representativa se ha considerado a la población que es el winche de izaje en el nivel 2311, y específicamente a través de la labor minera denominado pique 718 veta San Miguel, de donde se ha extraído muestras representativas referidas al equipo, así también de mineral y desmonte que representa la producción de la mina.

3.3. Operacionalización de variables

Variable independiente (V.I.)

Implementación de un sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa.

Variable dependiente (V.D.)

Incremento de la producción en menor tiempo a través del pique 718 en la Mina Calpa.

Cuadro 3.1

Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	INDICE
V.I. Implementación de un sistema de extracción de mineral mecanizada utilizando winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa.	- Winche de izaje: - Aire comprimido - Carril. - Accesorios - Potencia del motor	- cfm, psi - lb/yard - US\$/accesorio - HP
V.D. Incremento de la producción en menor tiempo a través del pique 718 en la Mina Calpa.	- Producción diaria - Control de tiempos	-TM/día -Minutos

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se ha tomado del pique 718 donde se ha instalado el winche de izaje en el nivel 2311, y de allí se extrae mineral de la veta San Miguel, y de esta estructura se ha extraído muestras representativas.

3.5. Técnicas y procesamiento de recolección de datos

Para determinación de los resultados de la investigación se ha utilizado las técnicas de estadística descriptiva como el promedio aritmético y desviación, así también se ha utilizado las formulas 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 2311 en la que se encuentra la veta San Miguel de la labor del pique 718.

En el procesamiento de los datos obtenidos se han seguido la siguiente secuencia:

Revisión de los datos obtenidos.

Elaboración de cuadros estadísticos para el control de la eficiencia de extracción.

Importación de datos de extracción para su desarrollo de la secuencia de izaje.

A demás se ha observado los catálogos de fabricantes de winche neumático, que trabaja con aire comprimido, esto para la determinación de las principales características del winche de izaje, y capacidad de carga útil.

3.6. Instrumentos de recolección de datos

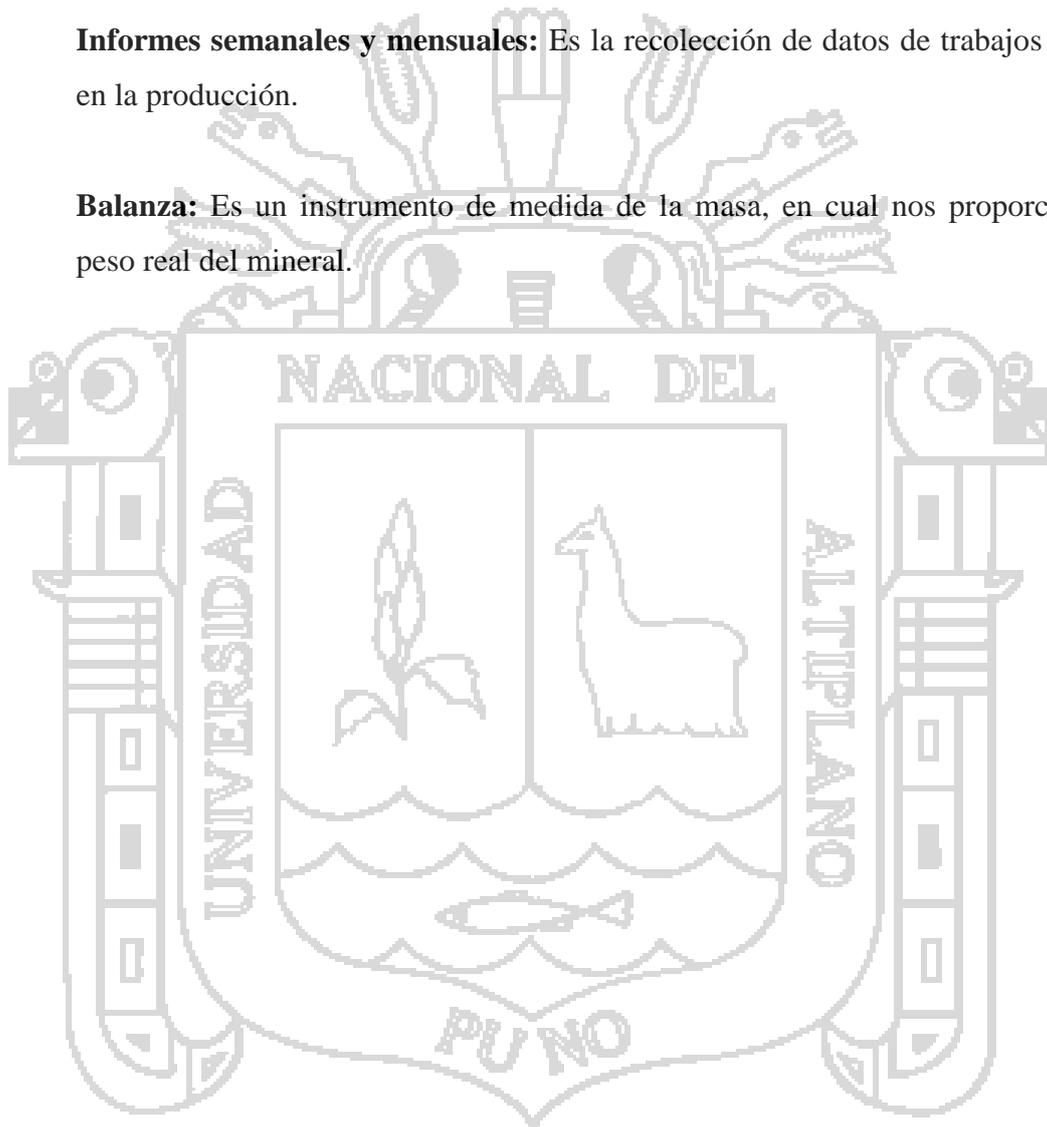
Los instrumentos que se han utilizado en el presente estudio fue la hoja de registros de producción, reporte diario de operación, informes semanales y mensuales, una cámara para la toma de fotografía, balanza de 3 toneladas, y balanza para el pesaje de la carga útil del skip para la evaluación de la extracción de mineral del pique 718 que se encuentra en el nivel 2311 de la Mina Calpa. Como se puede ver en el anexo 3.1.

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

Reporte diario de operación: Es una plantilla donde se reporta los trabajos diarios de avance en la producción.

Informes semanales y mensuales: Es la recolección de datos de trabajos diarios en la producción.

Balanza: Es un instrumento de medida de la masa, en cual nos proporciona el peso real del mineral.



CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

4.1. **Ámbito de estudio**

4.1.1. **Ubicación y acceso**

La mina Calpa está ubicada en el Distrito de Atico Provincia de Caraveli y en el Departamento de Arequipa a 55 Km al Nor Este de la localidad de Ático, está en Km 708 de la Panamericana Sur, de Ático a Caraveli es carretera afirmada 40 Km de donde parte una trocha de 15 Km en buen estado a la quebrada Calpa, que allí se ubica el campamento de la mina, que está a una altitud de 1950 m.s.n.m.

Se encuentra entre las coordenadas geográficas como son:

15° 46' 43'' Latitud Sur.

15° 48' 51'' Latitud Sur.

73° 29' 55'' Longitud Oeste.

73° 31' 17'' Longitud Oeste.

La altitud promedio es de 2226 m.s.n.m., es accesible solo por vía terrestre desde: Puno hasta la Mina Calpa, tal como se puede ver en el anexo 4.1 y 4.2.

En la Mina Calpa es accesible por 2 rutas que se mencionan en el siguiente cuadro 4.1 y 4.2.

Cuadro 4.1**El acceso de Arequipa a Mina Calpa**

Ruta	Tipo de Vía	Km.	Tiempo (Hrs.)
Arequipa – Atico	Asfaltada	350	4
Ático - Km. 40	Asfaltada	40	1
Km. 40 - Mina Calpa	afirmada	16	0.5
Total		406	5.5

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.2**El acceso de Lima a Mina Calpa**

Ruta	Tipo de Vía	Km.	Tiempo (Hrs.)
Lima – Ático	Asfaltada	701	11
Ático - Km. 40	Asfaltada	40	1
Km. 40 - Mina Calpa	Afirmada	16	0.5
Total		757	12.5

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Geología de la Mina Calpa

La mineralización de Mina Calpa, está conformado por vetas con anchos desde 0.10 m., hasta ensanchamientos mayores de 1.00 m., del tipo rosario, con algunos ramales formando cimoides. Según sus características mineralógicas, el depósito es un yacimiento epitermal de metales preciosos del tipo filoneano por relleno hidrotermal de fallas y fracturas sub-verticales pre-existentes en un campo de actividad geotérmica intensa de alta profundidad.

El tipo de mena es de oro nativo libre en los horizontes oxidados, en la zona de sulfuros el oro está encapsulado en pirita. Los minerales de ganga son cuarzo opalino y jasperoide en la parte superior con calcita y algunas brechificaciones, gradando a cuarzo azucarado lechoso en los horizontes de sulfuros con calcita, abundante pirita, calcopirita, bornita y calcantita en algunas vetas. Los óxidos hematitas, limonitas, y jarositas, están en los horizontes oxidados.

El Oro está contenido en el Cuarzo, en la pirita y principalmente en la calcopirita, en forma molecular y posiblemente atómica. Esta es la conclusión de las secciones pulidas realizadas con el mineral, que nos indica que durante la deposición de pirita y otros sulfuros, el oro ha sido absorbido desde las soluciones coloidales en varias proporciones sobre la superficie de los sulfuros, pero no íntegramente dentro del mineral; teniendo en cuenta estas condiciones podríamos decir que el oro migrado en suspensión coloidal, en forma de sol, depositando principalmente al final del periodo de mineralización, siendo absorbido en parte sobre sulfuros durante el depósito de estos. Uno de los muchos factores que causaría de la coagulación oro-sol, sería el escape de ciertos volátiles tales como el CO₂ y el H₂S, siendo probablemente el más importante y principal estabilizador el depósito de la sílice, de manera que cuando el volumen de la sílice es depositado, el oro también sería precipitado, por lo que el oro podría ser el contenido en las emanaciones como separado de un magma residual silicatado,

Cuando la solución alcanza el estado de las aguas meteóricas subterráneas, mayor reacción tiene lugar, teniendo las soluciones a mezclarse con tales aguas, originando un depósito característicamente epitermal.

La característica principal de las Vetas de la Mina Calpa, son: brecciación aplita de importancia y también menores y ramales de enlace, con un sistema de fracturas paralelas y parcialmente divergentes, aparentemente relacionadas entre sí. El Country Rock es propitilizado con clorita, sericitización, carbonatos y pirita incluidos a lo largo de las fisuras de la roca.

Se han reconocido en superficie las vetas que afloran, siendo las principales, Norte Uno, Norte Dos, Sin Nombre, San Miguel, Celia, Hilo, Buena Vista, Milagros, Vicuña, Alpaca, Huanaco, Coqueta, Julio Uno, Juliana, el Rumbo promedio es de N75°W, y buzamiento promedio de 75° N, ninguna veta ha sido reconocida en la totalidad de su longitud. Actualmente se trabaja en las vetas Tico, Celia, San Miguel, Don Ernesto, Juliana, Norte Uno, en los niveles 2311, 2269, 2227, 2184, 2143, 2130.

4.3. Elementos de infraestructura y equipos básicos

- Carreteras para acceso de camiones y otros equipos al Nivel 1 950 y 2 184.
- Plataformas para casa de compresoras.
- Contamos con campamentos habilitados con dormitorios y servicios para un promedio de 600 trabajadores.
- Se cuentan con los ambientes necesarios para las oficinas de ingeniería y supervisión general.
- Planta de Beneficio para el proceso de mineral de 250 TM/día.
- Un polvorín general de dos ambientes completamente implementado con todas las medidas de seguridad requeridas. Además se cuenta con polvorines auxiliares en interior mina para uso diario con las mismas consideraciones técnicas del polvorín principal, acorde a las disposiciones del D.S. 055-2010.
- En los niveles principales 1950, el nivel 2100, el nivel 2143 y el nivel 2184 están con rieles, y tuberías de servicios.
- En el Nivel 1950 (nivel de extracción) se cuenta con 1 Locomotora a batería LB 5 y una Locomotora a batería CLAYTON 4.5.
- Nivel 2143 una Locomotora a batería. LBG 2 y en el nivel 2100 una Locomotora a batería. LBG 4.
- Se cuenta con 2 compresoras acopladas (eléctrico) de 750 cfm cada una, una de 750 cfm, dos de 425 cfm, una de 250 cfm, una de 125pcm y una de 1300 cfm.
- Para las dos compresoras eléctricas se cuenta con un grupo eléctrico de 300 Kw marca Caterpillar para la mina.
- Se cuenta con un grupo caterpillar 3406 TICO de 300 KW, caterpillar C-27 de 725 KW, caterpillar 3508 -DITA de 650 KW, caterpillar 3406 -B de 250 KW que abastecen de energía al campamento y planta de beneficio.
- Contamos con 6 palas neumáticas Eimco 12 y Atlas 36, y winches de arrastre.
- 50 carros mineros U-35.
- 06 plataformas para transporte de personal.

4.4. Labores de preparación y desarrollo

Se realiza la preparación de labores para la explotación propiamente dicha en áreas que corresponden a las zonas de la mina Calpa, niveles 1950, 2100, 2143,

2269, 2311. Previos todos los trabajos de desarrollo que se realizarán sobre estructura. De esta manera se explotarán inmediatamente después los tajeos de producción, blocks, debiendo estos ajustarse el método de corte y relleno ascendente selectivo descrito más adelante. Los Tajeos o blocks de producción son bloques de mineral comprendido entre dos chimeneas adyacentes que tiene valores de mineral económicamente explotables. A estos tajeos se ingresa mediante subniveles, practicados desde los buzones caminos. Una vez logrado el ingreso a la estructura mineralizada se procede a la explotación, iniciándose la ejecución del ciclo de minado a lo largo del bloque.

4.5. Explotación proyectada

La explotación es la etapa final dentro del proceso de producción de una mina. Esta etapa consiste en una serie de actividades que se desarrollan con la finalidad de separar el mineral de la roca que lo contiene en el subsuelo. El tonelaje irá creciendo paulatinamente, conforme se vayan teniendo los blocks necesarios. Nuestra explotación comprende los niveles 1950, nivel 2000, nivel 2050, nivel 2100, nivel 2184, nivel 2143, nivel 2269, y nivel 2311.

4.6. Método de minado en la Mina Calpa

Del análisis de estos parámetros descritos en la sección anterior se concluye que el método más apropiado es el Corte y relleno ascendente (Cut and fill). Tomando en cuenta la ventaja geológica de la integridad de la caja techo se puede realizar la explotación de la veta implementando un método como una variante del método de Corte y relleno ascendente, que se denominará Corte y relleno ascendente selectivo (CRAS), que en realidad es un proceso de “circado” de mineral utilizado para vetas angostas. Este método se puede aplicar utilizando maquinaria convencional, combinando con equipo de tecnología de punta.

4.6.1. Descripción del método

El método corte relleno ascendente selectivo (CRAS) consiste en extraer el mineral de la veta, mediante rebanadas horizontales de profundidad

predeterminada por la longitud del taladro, de acuerdo al equipo de perforación utilizado. Estas rebanadas son perforadas en forma vertical o inclinadas de acuerdo a una malla de perforaciones preestablecidas y detonadas, para luego limpiar el material roto con winches de arrastre. La malla de perforación será en el orden de 0.40 x 0.50 m. Una gran parte del material roto se dejará como relleno hasta una altura de 2.5 m. que posibilite perforar nuevamente y el excedente se retirará del tajeo. De esta manera se completa el ciclo de minado, siendo el ciclo de minado: Perforación – Voladura – Limpieza y relleno, y que se repetirá hasta llegar al nivel superior.

4.6.2. Descripción del diseño de los tajeos para explotación

Cuadro 4.3
Datos técnico- económicos del método propuesto

Ítem	Propuesto	Observaciones
Ancho de la veta(m)	0.50	Variable
Buzamiento de la veta(grados)	75	Variable
Longitud del tajeo (m)	40	Constante
Altura del tajeo por corte (m)	1.50	Constante
Productividad (TM/guardia-hombre)	1.30	Variable
Pérdidas (%)	5	Estimado
Dilución (%)	10	Estimado
Le (gr./TM)	5 – 6	Variable
Producción (TM / día)	300	Promedio
Costo de minado (\$/TM)	68.00	Variable

Fuente: Departamento de Planeamiento.

Los blocks son de 40 x 40 y subnivel medio a partir del buzón-camino dejando puentes de 3 metros con respecto a la galería. Los buzones-camino sirven de echadero de mineral de la labor, además de ser el acceso hacia el tajeo, constando de 2 alas de 20 m. cada una, con rumbo E y W. Luego el mineral es extraído por medio de los buzones hacia los carros mineros en el nivel inferior para luego ser trasladados con locomotoras a baterías hacia el ore-pass.

En labores verticales, se realiza chimeneas a cada 40 metros para ventilación y relleno, además de usar winches de izaje para el transporte de madera y otros. En este sistema la veta es dividida en bloques de 40 x 40 m de longitud en dirección al rumbo de la veta. Ver Cuadros 4.3, 4.4, y 4.5.

Cuadro 4.4
Parámetro del tajeo

Ítem	Requerido	Unidad
Ancho	0.50	M
Alto	6.00	M
Largo	40	M
Metros Cubicos	120.00	m3
# de cortes	4	
Toneladas	360	Ton
Total Taladros	800.00	
# Taladros Cargados	800.00	
# Cart 45% x Tal	3.00	
# Cart 65% x Tal	3.00	
Total Cartuchos	4800.00	
Kg Explosivo 45%	189.60	Kg
Kg Explosivo 65%	194.40	Kg
Total Explosivo	384.00	Kg
Factor de Carga	3.20	Kg/m3
Factor de potencia	1.07	Kg/Ton

Fuente: Departamento de Planeamiento.

4.6.3. Perforación

Es la actividad de perforar, con maquina Jack leg como también stopper's, siguiendo una malla establecida y marcada, controlando el paralelismo, simetría y profundidad de taladros siendo 5 pies; voladura de los taladros cargados con espaciadores, siguiendo una secuencia de encendido correcto.

Cuadro 4.5

Resumen de reservas potenciales

ZONA: S. Compostela A Devoradora 1	Potencia (m)	Ley (gr Au/TM)	Tonelaje (TM)
Veta Tico			
Nivel 1,950 a 2100	0.30	5.70	45,500
Nivel 2100 a Superf.	0.30	6.00	10,000
Nivel 1,700 a 1,950	0.35	5.70	52,000
Veta Celia			
Nivel 2184-2269	0.60	6.50	40,600
Veta San Miguel			
Nivel 2184-2311	0.70	9.0	19,000
Veta Juliana			
Nivel 2169	0.5	6.0	28,000
Veta Julia			
Nivel 2184-2279	0.3	7.0	14,000

Fuente: Departamento de Geología.

Características de la perforación

- *Marcado de la estructura mineralizada después del lavado de la veta.*
- *Pintado de malla de Perforación.*
- *Perforación de Malla manteniendo el burden, espaciamiento y longitud de perforación.*
- *Uso de los guidores para el control del paralelismo.*
- *Techos y pisos nivelados.*

Fácil accesibilidad y desplazamiento en la labor

Perforación completa (taladros llenos)

Facilidad para la ubicación de la perforadora al realizar cada taladro manteniendo un buen alineamiento y paralelismo de los taladros

Fácilmente controlable la caída de rocas sueltas

- *Diseño de malla.*
Marcar la malla de perforación respetando el burden y espaciamiento preestablecido con un mínimo de 20 cm y un máximo de 40cm. Si la labor presenta geodas adecuar la malla de tal forma que se aproveche las aberturas como caras libres.

- *Perforación de la malla manteniendo el burden.*
Perforar los taladros conservando la inclinación y el paralelismo entre ellas a lo largo de toda la malla. Utilizar atacadores como guidores que nos ayuden a mantener la inclinación y el paralelismo de los taladros que se está perforando. Para realizar cada taladro, la perforadora debe tener una nueva posición.

- *Perforación de la malla manteniendo el espaciamiento.*
Perforar los taladros manteniendo el espaciamiento y el paralelismo con respecto a las cajas del tajeo. Para realizar cada taladro, la perforadora debe tener una nueva posición.

4.6.4. Voladura

Esta operación consiste en detonar adecuadamente los taladros de la operación anterior con ayuda de explosivos. El objetivo es obtener un resultado de voladura con fragmentación apropiada para el carguío y transporte, evitando en lo posible la voladura secundaria. También mencionamos que en los echaderos de mineral se colocara parrillas de rieles de 20 libras/yd para evitar rocas grandes de mineral, que posteriormente malogren el encuadrado de los buzones de extracción de mineral. En este caso se emplean los siguientes explosivos:

- Dinamita pulverulenta de 7/8" x 8" x 45% y 65 %.
- Carmex.
- Mecha de Seguridad y mecha rápida para la ignición de los taladros.

En una voladura es normal el fisuramiento se realiza en forma radial con intersección entre los taladros y la rotura en todas las direcciones.

4.6.5. Limpieza

Es la operación que consiste en evacuar el material roto por la voladura del frente o los tajos con el fin de preparar la labor para el siguiente ciclo de minado. En los desarrollos se emplea palas Cargadoras Neumáticas, en combinación con carros mineros tipo balancín U-35 sobre rieles de 30 lib/yda. El convoy de carros mineros es jalado por una locomotora de batería de 5 ton. Para la limpieza de los tajos, se emplea, Winches de arrastre de 0.15 toneladas y en otros casos carretilla-lampa, hasta los buzones de los tajos; los winches de arrastre son neumáticos.

4.6.6. Extracción

Esta operación consiste en evacuar el desmonte de las galerías de exploración hasta los echaderos de desmonte y posteriormente a los tajos de explotación como relleno, para continuar con el ciclo de minado, y el mineral evacuarlo hasta los echaderos de mineral o tolvas para luego llegar al nivel de extracción. De las tolvas de los tajos (Niveles superiores) el mineral y desmonte se acarrearán con carros mineros de volteo de tipo balancín U-35 de 1 m³, jalados por una locomotora a batería tipo manchita de 4 ton (6 carros) hasta los echaderos de mineral (ore-pass) para posteriormente ser extraídos por el nivel principal de extracción con locomotora a batería de 21 HP – 5 ton. (20 carros mineros u-35). La relación mineral/desmonte estimado es de 1/1 por lo que para una producción de 300 TM/día se romperá aproximadamente 600 TM/día.

4.6.7. Relleno

Los tajos son rellenados con material detrítico proveniente de las labores superiores y en algunos casos de superficie, reemplazando el mineral roto por material estéril, para que quede como piso de trabajo y la extracción del siguiente corte de mineral. El relleno además de permitir la continuación con el ciclo de minado servirá como una forma de sostenimiento del tajeo.

Además del material estéril roto en los tajos de explotación de la voladura anterior se suministrará material detrítico de las labores de desarrollo y mineral marginal.

Durante la preparación del relleno se dejará el piso uniforme para facilitar la siguiente etapa.

4.6.8. Sostenimiento

El sostenimiento de las galerías y los tajeos de explotación está a cargo del departamento de Geomecánica la cual se realiza cuando las condiciones de las labores o galerías lo requieran. Se emplea puntales de seguridad con plantillas y Cuadros cónicos, con madera redonda de 8" X 10', clavos de anclaje y cerchas de fierro. El relleno actúa como una forma de sostenimiento; recomendándose en la velocidad de tajeado, para evitar debilitamientos de cajas y caídas de rocas.

4.9. Producción proyectada de la Mina Calpa

Producción estimada	: 500 TM/día
Longitud del tajeo/corte	: 40.0 m.
Profundidad del taladro	: 1.40 m.
Eficiencia de disparo	: 90% = 1.26 m
Potencia de la veta	: 1.00 m.
Peso específico	: 2.8 ton/m ³
Toneladas rotas por disparo	: 140.00 ton.
Tonelaje extraído por disparo	: 15.00
Producción requerida/ guardia	: 250.00 ton
No de tajeos requeridos	: 30
No de hombres/disparo	: 12
Rendimiento promedio	: 1.12 TM/hombre-guardia
No de hombres requeridos	: 360 trab. en perf, sost y rell.

4.9.1. Requerimiento de personal por actividades por un corte de tajeo

Para cumplir con las metas programadas en los tajeos de producción se ha requerido el personal suficiente y necesario para el ciclo de minado. Para un mejor detalle de requerimiento de personal se puede ver en el cuadro 4.6.

Cuadro 4.6**Requerimiento de personal**

Actividad	# hombres	# tareas
Perforación	2	4
Voladura	2	2
Relleno	2	2
Extracción	2	2
Operadores - wincheros	2	2
Sostenimiento	2	2
TOTAL	12	16

Fuente: Departamento de Planeamiento.

4.10. Inversión general de la Mina Calpa

La inversión general de la empresa en lo que respecta solo a la puesta de producción de la mina, considerando desde la etapa inicial de limpieza y acondicionamiento de las labores, así como la etapa de evaluación geológica, los insumos, equipos y herramientas necesarios para el inicio de los trabajos de Desarrollo y Preparación, la puesta en óptimas condiciones de toda la infraestructura necesaria mencionada está en orden de los US \$ 2'500,000. No se considera en ese monto el capital necesario de reparación, mantenimiento general que ha sido necesario para la puesta en óptimas condiciones de la Planta.

4.11. Servicios Auxiliares de la Mina Calpa

En la mina calpa Se han considerado como servicios auxiliares a todas aquellas operaciones que apoyan al proceso productivo, pero que no están directamente relacionados con el volumen de producción, entre estos tenemos:

Aire Comprimido

El suministro de aire Comprimido para los trabajos de perforación, se realizará con compresoras portátiles y eléctricas de 425, 750 y 1300 CFM instalados en la

casa de compresoras ubicado en la bocamina, desde donde se introduce al interior mina mediante tubería de polietileno de 3" y 4", se distribuirá a los diferentes labores o tajeos con tuberías de 2" y 1" de diámetro. El Aire Comprimido es requerido para los trabajos de perforación, limpieza con palas Neumáticas y winches de arrastre e izaje, ventiladores y también como un medio disipador de los gases de voladura y del aire viciado.

- **Ventilación**

La ventilación juega un rol muy importante en el control de polvo y gases de voladura con el fin de diluir y remover de las labores. Para que el flujo de aire viciado sea óptimo, se tiene que procurar que la red de ventilación esté correctamente diseñada, ya que este circuito cambiará constantemente debido a la apertura de nuevas labores, por lo que se debe tratar de mantener de manera uniforme las paredes de las labores para minimizar la resistencia al flujo de aire. De acuerdo al reglamento de Seguridad e Higiene Minera el mínimo de aire suministrado debe ser de un mínimo de suministro de aire de 3 m³/min por cada trabajador. Para contrarrestar esta necesidad se instala ventiladores en la bocamina o en el interior mina según el caso. El aire viciado es conducido hacia las chimeneas mediante mangas de ventilación.

- **Energía Eléctrica**

El requerimiento de energía eléctrica está dado por los equipos mineros, talleres y campamentos. Se opta por el empleo de grupos electrógenos por ser la única alternativa fácilmente accesible al momento. Se tiene instalado un grupo electrógeno para la zona de "TICO" trabajando con compresoras acopladas para distribuir aire a las diferentes niveles de esta veta. El consumo es de 300Kw. Toda la red eléctrica es trifásico compensado de 440 V.

- **Transporte Exterior**

El sistema de transporte de mineral desde los sectores superficiales de óxidos a la planta de tratamiento es con volquetes de 20 TM de capacidad, mientras que el

minera sulfuro, que provendrá de los niveles subterráneos se realizará con una locomotora a baterías de 5TM.

- **Agua**

Debido a la naturaleza del terreno y al clima que se presenta, en la zona de la mina solo se encuentra agua subterránea, en algunas zonas altas esta agua aflora en manantiales naturales, cuyas aguas discurren pocas distancias para volverse a perder hacia las napas subterráneas.

El consumo de agua estimada para la población es de 20 m³ para un aproximado de 300 personas y para el consumo industrial, mina y planta, 150 m³ por día (Inicio).

El agua corre por efecto de la gravedad desde un manantial natural, ubicado en la zona denominada Cachica hasta el reservorio Principal de almacenamiento ubicado en el campamento minero mediante una tubería de 6" de diámetro y de 16 Kms de longitud.

Desde este reservorio principal se hacen las reparticiones del agua hacia las distintas áreas que la necesitan, primero hacia los campamentos para el consumo humano general, segundo hacia la Planta y tercero hacia la mina. El abastecimiento a los campamentos es solo por efectos de gravedad, hacia un reservorio especial, mientras que hacia la Planta y la Mina son con bombas independientes a sus respectivos reservorios. En mina el agua se abastece desde el reservorio a interior mediante una tubería de 1" de diámetro como una red troncal. A los tajeos se trasladan con mangueras de ½" de diámetro. No es necesario hacer cunetas de desfogue de agua de mina por que la cantidad de agua a emplearse es mínima y no existe agua subterránea.

- **Volumen estimado de desecho y residuos sólidos a generarse**

Por el proceso descrito anteriormente dentro de la población se generan los residuos sólidos como la basura, para lo cual se han instalado los debidos cilindros

de recolección y clasificación de la basura. Todos los pabellones de residencia cuentan también con sus respectivos servicios sanitarios, donde se incluyen, servicios higiénicos, duchas, lavatorios, lavaderos.

Además se generarán residuos industriales como fierros, latas, materiales inorgánicos, aceites, grasas y otros. Estos son depositados empleando camiones en lugares pre-establecidos, rellenos sanitario e industrial (echaderos) ubicados a 15 Km. al Noreste, para posteriormente darle su tratamiento de acuerdo al reglamento sanitario.

- **Estimación del área y volumen del material a ser disturbado**

Durante la ejecución del proyecto se genera un volumen de material; este material principalmente mineral será evacuado fuera de las labores depositándose en la tolva de superficie (planta de beneficio 500 ton/día) y el material estéril queda en el mismo tajo como relleno de igual el desmonte de las labores de exploración, para que sirva como piso, para continuar con las labores corte y relleno ascendente.

La actividad genera una pequeña cantidad de desmonte en la construcción de accesos y pequeñas plataformas para instalaciones, Se construyen carreteras de acceso y plataforma para campamento, talleres e instalación de máquinas, estas son acondicionadas como plataformas alrededor de los mismos.

4.12. Producción de la Mina Calpa

El siguiente Cuadro es un resumen del trabajo realizado por el área de operación mina mostrando la producción del mes julio, tal como se muestra en el cuadro 4.7.

Según el cuadro 4.7 la producción del mineral de todas las vetas en explotación (Celia, Don Ernesto, Julia, Norte Uno, San Miguel y Tico) se tiene una producción total de 6 075.18 TM.

Cuadro 4.7**Producción de mineral por vetas**

Veta	Celia	Don Ernesto	Julia	Norte Uno	San Miguel	Tico	TOTAL
Producción (TM)	1721.25	319.93	372.49	194.03	2064.72	1402.75	6075.18

Fuente: Departamento de mina.

4.13. Equipos utilizados en la producción de Mina Calpa

Para la producción de la mina se utilizan diferentes equipos y/o maquinarias como son:

Perforadoras neumáticas tipo jack leg marca Seco para perforación de frentes de galerías, piques y tajeos, y stopers Seco se utilizan exclusivamente para la perforación de chimeneas y tajeos.

Para la limpieza y acarreo de mineral de los tajeos se utilizan winches de arrastre marca Joy en los tajeos de las diferentes vetas; así también se utilizan equipos LHD como son los scooptrams marca Jarvis Clark que trabajan en las galerías de desarrollo de las vetas Mina Vieja y Don Ernesto; y para el carguío se utilizan palas EIMCO 12B de Ingersoll Rand.

Para transporte subterráneo se utilizan carros mineros con rueda tipo U que se desplaza sobre rieles jalados por locomotora a baterías Clayton y LBG, también se utilizan carros mineros con llantas tipo U.

Para extracción de mineral se utiliza rondanas con sogas para izaje manual; los cuales se están remplazando con winche de izaje marca Ingersoll Rand en las vetas San Miguel y Tico, en los diferentes piques con la Contrata Cormin.

Los diferentes equipos y/o maquinas que se utilizan para la producción de la mina, se muestran en el cuadro 4.8.

Cuadro 4.8

Equipos utilizados para la producción de la Mina Calpa

EQUIPO	DETALLE	VETA	NIVEL	UBICACIÓN	CONTRATA
Perforadoras neumáticas	Jack leg Seco S-25 Stoper Seco	En todas	En todas	En todas	Cormin y Los Andes
Winches de arrastre	Joy # 1	Tico	2000	GL 600 ^a	Cormin
	Joy # 2	Tico	1950	TJ 587	Cormin
	Joy # 3	San Miguel	2311	Tj 695	Cormin
	Joy # 4	Celia	2184	TJ 925	Cormin
	Joy # 5	Celia	2184	TJ 894	Cormin
	Joy # 6	Tico	2184	TJ 7	Cormin
	Joy # 7	San Miguel	2311	Tj 695	Cormin
	Joy # 8	Don Ernesto	2279	Tj 415	Los Andes
	Joy # 9	Rosa Edith	2275	Tajo 5	Los Andes
	Joy # 10	Julia	2279	Tajo 485	Los Andes
	Joy # 11	Julia	2279	Tajo 560	Los Andes
	Joy # 12	Celia	2227	Tajo 615	Los Andes
	Joy # 13	San Miguel	2311	TJ 695	Cormin
Winches de Izaje	Ingersoll Rand # 1	Tico	2100	PQ 050	Cormin
	Ingersoll Rand # 2	Tico	2100	PQ 034	Cormin
	Ingersoll Rand # 3	San Miguel	2311	PQ 718	Cormin
	Ingersoll Rand # 4	Tico	2131	CH20	Cormin
	Ingersoll Rand # 5	Tico	2184	PQ 790	Cormin
Palas Neumáticas	EIMCO 12B #1	Tico	1950	GL-895E	Cormin
	EIMCO 12B #2	Tico	1950	GL-895W	Cormin
	EIMCO 12B #3	Tico	2100	GL-509W	Cormin
	EIMCO 12B #4	Tico	2143	GL-750W	Cormin
Carros Mineros con llanta	20 Carros min c/llanta	Celi, Tico, San Miguel			
Carros Mineros con rueda	52 Carros Mineros	Tico	1950, 2100, 2143		
Locomotoras a batería	LBE # 1	Tico	1950		
	Clayton # 2	Tico	1950		
	LBG # 3	Tico	2100		
	LB # 4	Tico	2143		
SCOOP'S	1 JS100 MODELO JARVIS CLARK	Mina vieja	2184	Gal 905	Cormin
	2 JS100 MODELO JARVIS CLARK	Don Ernesto	2269	RP 400	Los Andes

Fuente: Departamento de mina.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Implementación del winche de izaje en el pique 718

Para la implementación se tuvo que ver el área de ubicación del winche de izaje en superficie del nivel 2311 veta San Miguel, se tomaron criterios y procedimientos de trabajo para la implementación, la empresa minera Calpa, hizo participar de todo el personal que labora en la unidad operativa Calpa, para lograr el objetivo de mejorar la extracción utilizando un winche neumático, en cual nos permite la mejoría en la producción para poder sacar mineral de los niveles inferiores. Para la implementación del sistema de izaje se hace posible al alcance económico de la empresa. Teniendo en cuenta que en el nivel 2311, la ley del mineral es de 100 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.

5.1.1. Instalación del winche de izaje

La instalación del motor del winche esta sobre una zapata de concreto armado con las siguientes dimensiones 3 m de largo, 3 m de ancho y 80cm de altura desde el piso. La base es una sola estructura para el conjunto del motor, tambora y otros del winche de izaje; para seguridad de la instalación del winche de izaje se ha

colocado 4 pernos de anclaje de una pulgada y con rosca en el extremo superior para el empernado de la base del winche; este perno se ha colocado con una profundidad de un metro de la base y de esta manera se asegura el sistema total del winche. El proceso del armado de la estructura metálica consiste en el armado de rieles, preparado en forma rectangular entrecruzado horizontalmente y también colocado en forma de puntal o columnas verticalmente donde se apoyan bajo soldadura los cuatro pernos; para una mejor ilustración se muestra en el anexo 5.1.

Una vez concluido la estructura metálica se ha procedido el encofrado de la zapata, y luego se ha moldeado la base con mezcla de cemento (9 bolsas de cemento y 27 carretillas de arena hormigón), el cual permaneció 15 días para el fraguado del concreto, en la que se ha instalado el winche de izaje; tal como se puede observar en el anexo 5.2.

5.1.2. Instalación del castillo

EL castillo de izaje es una estructura metálica de cero, que está compuesto de una armadura vertical que es anclada a las zapatas de concreto armado; esta estructura sirve para contener y soportar las poleas que transmiten esfuerzos de tensión mediante los cables, durante el movimiento vertical del skip; el castillo de acero tienen un peso relativamente reducido y están constituidas por un armazón y la construcción de resistencia de tornapuntas.

Se ha construido las cuatro zapatas de concreto armado que consta de armazón de fierros y mezcla de cemento al que va empernado una de las tornapuntas del castillo, el mismo que soporta el castillo; tal como se observa en el anexo 5.3, anexo 5.4, anexo 5.5.

5.1.3. Acondicionamiento del pique 718

Anteriormente se venido trabajado con el pique 718 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. También es necesario el

acondicionamiento para el recipiente (skip) de izaje desde el nivel 2269 al nivel 2311.

Se han realizaron trabajos para acondicionar el izaje, como instalación de riel preparada de 3 metros de longitud y 25 libras de peso, las rieles son recuperados de las labores que se han terminado su producción (abandonados y paralizados).

El acondicionando de sostenimiento del pique 718, se realiza con 3 puntales en línea y con Split set con malla, siendo el pique 718 de una sección rectangular de 3 m x 1.5 m y de doble compartimiento donde uno es para el izaje y el otro es camino con escaleras con sus respectivos descansos; una vez concluido el acondicionamiento del pique y instalado el sistema de izaje se pone en funcionamiento el equipo de izaje y se realiza la extracción de mineral; tal como se puede ver en el anexo 5.6.

5.1.4. Preparación del ore pocket de carga

La preparación del ore pocket del carga del nivel 2269, la que se proyectado por medio de una chimenea a la altura del nivel 2256 con una inclinación de 70° y una altura de 13 m, donde su ejecución esta cargo de la contrata cormin que hace servicio a la unidad minera Calpa, el cual se pagara por metro de avance de dicha chimenea al precio de 146 US\$/m: una vez concluida la chimenea inclinada, se harán los respectivos desquiches para ampliar la sección de la chimenea con el fin de acumular carga de una capacidad de 10 toneladas aproximadamente, del cual se extrae mineral y desmonte de dos pocket (bolsillo); tal como se observa en el anexo 5.7.

5.1.5. Preparación de la cancha

La preparación de la cancha es para la acumulación del mineral y/o desmonte, que se extraído mediante el pique 718, este trabajo consiste en construir muros de contención con mezcla de cemento y rocas; hacia el lado del castillo.

Para evitar el deterioro o rotura del muro de contención al realizar la limpieza de la carga de mineral y/o desmonte; cuya capacidad de la cancha es de 80 toneladas aproximadamente; tal como se observa en los anexos 5.8 y 5.9.

5.1.6. Instalación del skip

Para la instalación del skip una vez ya tenido el winche con su cable de izaje en su base bien asegurado y también el castillo ya instalado con la polea. Se hace pasar el cable por la garganta de la polea para luego realizar el amarre del cable con la aza del skip.

Una vez hecho el amarre del cable al skip se realiza el atalaje con grapas, para asegurarlo; una vez asegurado el cable con el recipiente (skip) se comienza al levante del skip para posicionarse en el pique 718 e instalado sobre la riel el skip el cual es guiado por la riel porque tiene cuatro ruedas, terminado el instalado del skip, se comienza a realizar pruebas de izaje en vacío, y una vez concluido las pruebas de izaje se procede con la extracción de mineral; tal como se observa en los anexos 5.10 y 5.11.

5.2. Sistema de extracción de mineral manual y mecanizado en el pique 718

5.2.1. Sistema de extracción manual

En la Mina Calpa se realizaba la extracción manual, trabajándose en el Nv.2311 de la veta San Miguel, extrayendo de los niveles inferiores hasta la superficie.

Cuadro 5.1

Cantidad de sacos de mineral con el sistema de extracción manual

Día	Sacos/guardia
Lunes	201
Martes	198
Miércoles	195
Jueves	191
Viernes	189
Sábado	197
Domingo	193
Promedio	194.9

Fuente: Elaboración propia.

La extracción de mineral es realizado con 14 trabajadores con mano de obra directa, siendo 8 horas efectivas por guardia de trabajo, de los 10.5 horas programadas por guardia, con una producción de 7.1918 toneladas por guardia, trabajándose con dos guardia por día; entonces tendremos una producción de 14.3836 toneladas de mineral por día y 431.5080 toneladas por mes; resultando un promedio de 194.9 sacos por guardia, tal como se puede ver en el cuadro 5.1 y anexo 5.12.

Cuadro 5.2**Peso de mineral por sacos**

N° Saco	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
1	40.2	39.1	38.4	36.7	37.6	35.3	34.9
2	38.7	35.3	36.7	37.5	38.7	32.9	39.8
3	35.9	38.5	37.1	38.1	39.1	35.1	36.1
4	41.1	36.4	39.2	37.2	36.2	38.2	39.2
5	37.8	38.8	35.3	38.3	37.6	37.3	38.3
6	39.5	34.5	36.4	37.4	38.4	38.4	37.4
7	39.1	33.9	37.5	39.5	37.5	37.5	37.5
8	38.9	34.9	40.3	37.8	35.9	38.3	36.9
9	37.4	35.7	34.9	35.9	34.9	35.9	34.7
10	38.2	40.1	36.8	37.8	36.8	37.8	36.8
11	38.6	34.6	36.1	37.5	35.5	37.5	35.5
12	35.7	32.9	34.6	35.6	37.3	36.3	35.9
13	37.1	35.2	35.8	38.4	34.6	39.5	37.9
14	38.5	34.5	34.7	36.1	36.3	33.1	35.2
15	36.4	36.1	38.5	39.1	40.1	35.9	40.2
16	38.8	37.1	36.6	34.9	39.2	36.8	34.8
17	34.5	38.1	35.6	40.1	38.3	37.9	39.3
18	33.9	39.2	37.6	36.9	32.9	34.1	36.3
19	34.9	36.3	34.3	36.4	39.1	33.8	32.2
20	35.7	38.4	39.8	35.3	38.5	37.1	35.8
Promedio	37.5	36.5	36.8	37.3	37.2	36.4	36.7
Promedio final	36.9						

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 5.2 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 36.9 kg/ saco, equivalente a 0.0369 TM.

Con este resultado se obtiene la producción horaria en el sistema de extracción manual para luego comparar con el sistema de extracción mecanizada.

Producción manual por guardia (PMG)

$PMG = \text{Cantidad de sacos (sacos/guardia)} * \text{carga por saco (Kg/saco)}$

Datos:

Cantidad de sacos: 194.9 sacos/guardia

Carga por saco: 36.9 Kg/saco

$PMG = 194.9 \text{ sacos/guardia} * 36.9 \text{ Kg/saco}$

$PMG = 7\ 191.8 \text{ Kg/guardia} = 7.1918 \text{ TM/guardia}$

Cuadro 5.3

Producción manual

TM/hora	TM/guardia	TM/día	TM/mes
0.8989	7.1918	14.3836	431.5080

Fuente: Elaboración propia.

La producción horaria de extracción es de 0.8989 TM/h mediante el sistema manual, resultando una producción mensual de 431.5080 TM/mes, tal como se muestra en el cuadro 5.3.

Cuadro 5.4

Producción mensual de extracción manual

MES	Sacos/mes	Kg/mes	TM/mes
ENE	11100	409590.0	409.6
FEB	10200	376380.0	376.4
MAR	10525	388372.5	388.4
ABR	11121	410364.9	410.4
MAY	11487	423870.3	423.9
JUN	11968	441619.2	441.6
Promedio			408.4

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 5.4 indica la producción mensual durante 6 meses dando nos un promedio de 408.4 TM/mes.

5.2.2. Sistema de extracción mecanizada

En la Mina Calpa, se tomaron datos del winche izaje neumático de 10Hp del pique 718; y el recipiente de extracción es el skip de capacidad nominal de 1 TM; el castillo es de una estructura metálica de acero de una altura de 4 m.

El pique 718 es de una sección de 1.50 m. x 3.00 m. y de una profundidad de 60 m ángulo de inclinación 80 grados, se tiene 02 ore pockets, cada uno tiene una capacidad 10 TM aproximadamente destinados para acumulación de mineral y desmote respectivamente en el nivel 2 269; la cancha en superficie tiene una capacidad 80 TM.

5.2.2.1. Características del winche de izaje

Para el cálculo del izaje de carga del pique 718 se tiene datos como son:

PMW	: Potencia del motor winche neumático: 10 Hp
DT1	: Diámetro mínimo del tambor: 40 cm
DC	: Diámetro del cable: 2 pulgadas = 3/8 pulgadas
PM	: Carga útil del skip: (1TM a 0.81 TM)
PM	: Peso del skip (Kg):
DT 2	: Diámetro máximo del tambor (mm):
DA	: Diámetro del alambre (mm):
P	: peso unitario del cable (Kg/m):
H	: Altura de extracción o profundidad
LT	: Longitud del tambor (mm).
h	: 30 m de largo del cable que se cortan para ensayo de resistencia.
E	: 2 a 3 mm de intervalo entre 2 vueltas seguidas de cable.
DTm	: Diámetro medio del tambor con enrollamiento en varias capas.
NCE	: numero de capas de enrollamiento.
CM	: carga estática o carga máxima (kg/cm ² , lb/pie ²)
RR	: Resistencia a la rotura del cable (kg/cm ² , lb/pie ²)
FS	: factor de seguridad.
CM1	: Esfuerzo máximo que soporta el cable (kg, lb).

- Cu : Carga útil (kg, lb) = 1 TM
 Pu : Peso unitario del cable (kg/m, lb/pie)
 L : longitud del cable (m, pies)
 PMS : peso muerto del skip

5.2.2.2. Dimensionamiento del sistema de izaje

Peso muerto del skip (PMS): $PMS = ((0.6 + 1)/2) * PM = 0.8 * 1 = 0.8 \text{ TM}$

Factor de seguridad (FS): $FS = 7 - (0.001 * L) = 7 - (0.001 * 60) = 6.94$

Diámetro del cable (DC):

$$DC = \sqrt{(((PM + PMS) / (K1/FS) - K2 * Profundidad) / N^{\circ} \text{ cables})}$$

$$DC = \sqrt{(((1\text{TM} + 0.8\text{TM}) / (41.8/6.94) - 0.00084 * 196.86) / 1) = 0.554''}$$

Diámetro de la tambora (DT): $DT = 80 * DC = 80 * 0.554 = 44.32''$

Longitud del tambor (LT): $LT = ((H + h) / \pi DT) + n * (DC + E)$

$$LT = ((60 + 30) / \pi 1.126) + 4 * (14.07 + 2.5) = 506.404 \text{ mm} = 0.506 \text{ m}$$

Carga máxima que soporta el cable (CM): $CM = RR/FS = 15900 \text{ kg/cm}^2 / 6.94 = 2291.07 \text{ kg}$

El sistema de extracción es el siguiente: El material disparado es transportado en Z 20 hacia el ore pocket de mineral y/o desmonte que se encuentra en el NV. 2269 de los cuales se realiza la extracción hacia superficie mediante el skip y este es izado del NV. 2269 hacia superficie que es el NV. 2311 donde se encuentra la cancha de mineral. En el cual nos permite el incremento de producción de mineral en el menor tiempo posible.

Especificaciones técnicas de comunicación con el timbre. En el ciclo de transportes que es lo más importante para comunicación del izaje. Ver cuadro 5.2.

Cuadro 5.5**Señales con sonido de operación del winche de izaje del Pique 718**

N° de timbrados	Operación del winche de izaje
Un toque	Parar o detener
Dos toque	Bajar o descender
Tres toque	Subir o ascender
Nueve toque	Emergencia

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.3. Ciclo de transporte en el sistema de extracción del pique 718

Se hará la descripción del ciclo de izado y la secuencia de trabajo del equipo de extracción del nivel 2269 al nivel 2311. El descenso de skips mineros vacíos, en la estación superior del pique 718, el operador del winche timbrará con dos toques para bajar el skip vacío y el que está en el nivel 2269 tocará dos timbres para afirmar que puede bajar. Luego, el que está en nivel 2269 el trabador timbrará con un toque para parar el skip y el operador del winchero le responderá timbrando con un toque para afirmar que ha parado el skip cerca al ore pocket. Luego él trabajador que se encuentra en el nivel 2269 llenará al skip. Abriendo la compuerta del ore pocket una vez lleno de mineral el skip, el trabador timbrará con tres toques para subir el skip y el operador del winche timbrará con tres toques para subir, en donde el skip con carga de mineral es izado a superficie que es el nivel 2311 y el skip hace la descarga automático del mineral; ver el cuadro 5.6.

Cuadro 5.6**Ciclo de izaje con tiempos estimados**

Ciclo de izaje	Tiempo
Descenso del skip vacío del Nv.2311 al Nv.2269	00:02:30
Llenado de carga al skip en Nv.2289.	00:04:20
Izaje del skip con carga del Nv.2269 al Nv.2311	00:03:06
Volteo automático del skip con carga a la cancha.	00:00:04
total	0:10:00

Fuente: Elaboración propia.

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

5.2.2.4. Control de tiempo de extracción por viaje en el pique 718

La extracción de mineral es del nivel 2269 al nivel 2311, 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 cuadro 5.7.

Cuadro 5.7
Tiempos estimados de izaje de mineral

Número de viajes	Ciclo de izaje
1	00:10:00
2	00:10:10
3	00:09:58
4	00:10:01
5	00:09:50
6	00:10:01
7	00:09:59
8	00:10:01
9	00:10:01
10	00:09:58
11	00:10:01
12	00:09:55
13	00:10:01
14	00:09:58
15	00:10:01
16	00:10:02
17	00:09:58
18	00:10:01
19	00:09:56
20	00:10:00
Total de viajes	Promedio
20	00:10:00

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo promedio de ciclo: 10 minutos

Capacidad de skip: 1TM

Cuadro 5.8**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
10	6	4.701	37.608	75.216	2256.48

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.9**Peso de la carga del skip de cada muestra**

Muestra	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
N° SKIP	TM	TM	TM	TM	TM	TM	TM
1	0.85	0.81	0.72	0.77	0.79	0.74	0.81
2	0.78	0.79	0.76	0.84	0.81	0.97	0.79
3	0.75	0.89	0.99	0.79	0.78	0.71	0.75
4	0.83	0.85	0.77	0.81	0.75	0.82	0.78
5	0.84	0.87	0.91	0.96	0.84	0.73	0.65
6	0.79	0.91	0.94	0.91	0.69	0.98	0.97
7	0.87	0.94	0.76	0.97	0.91	0.96	0.74
8	0.73	0.81	0.73	0.51	0.77	0.78	0.78
9	0.74	0.76	0.97	0.78	0.76	0.69	0.75
10	0.86	0.68	0.81	0.69	0.96	0.79	0.94
11	0.77	0.72	0.92	0.95	0.74	0.79	0.99
12	0.82	0.76	0.79	0.68	0.97	0.81	0.67
13	0.91	0.63	0.69	0.85	0.71	0.78	0.73
14	0.81	0.77	0.75	0.93	0.62	0.95	0.78
15	0.95	0.61	0.65	0.94	0.73	0.74	0.76
16	0.93	0.64	0.78	0.99	0.88	0.69	0.77
17	0.77	0.76	0.67	0.97	0.86	0.91	0.64
18	0.91	0.73	0.81	0.83	0.78	0.77	0.79
19	0.78	0.97	0.96	0.88	0.99	0.76	0.81
20	0.89	0.81	0.68	0.76	0.79	0.86	0.96
Promedio	0.83	0.79	0.80	0.84	0.81	0.81	0.79
Promedio final	0.81						

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.10**Sistema de extracción mecanizada mediante skip**

Día	Skip/guardia	skip/día
Lunes	48.00	96.00
Martes	49.00	98.00
Miércoles	47.00	94.00
Jueves	45.00	90.00
Viernes	46.00	92.00
Sábado	44.00	88.00
Domingo	46.00	92.00
Promedio	46.43	92.86

Fuente: Elaboración propia.

Producción mecanizada por guardia (PM1G)

$$PM1G = \text{Cantidad de skips (skip/guardia)} * \text{carga por skip (TM/skip)}$$

Datos:

Cantidad de skips: 46.43 skip/guardia

Carga por skip: 0.81 TM/skip

$$PM1G = 46.43 \text{ skip/guardia} * 0.81 \text{ TM/skip}$$

$$PM1G = 37.608 \text{ TM/guardia}$$
Cuadro 5.11**Producción mensual de extracción mecanizada**

MES	SKIP/mes	TM/mes	Kg/mes
JUL	2850.000	2308.500	2308500.000
AGO	2789.000	2259.090	2259090.000
SEP	2872.000	2326.320	2326320.000
OCT	2831.000	2293.110	2293110.000
NOV	2867.000	2322.270	2322270.000
DIC	2798.000	2266.380	2266380.000

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 5.11. Se detalla la producción mensual de cada mes, por el cual se observa una variación de producción de mineral, la producción máxima es 2326.320 TM/mes; como también la producción mínima es 2259.090 TM/mes.

5.3. Incremento de producción con el sistema de extracción mecanizada

En el cuadro 5.12, 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 14 obreros a 2 obreros con el sistema mecanizado, en cual repercutirá en los costos de mano de obra, también se puede apreciar en el grafico 5.1.

Cuadro 5.12

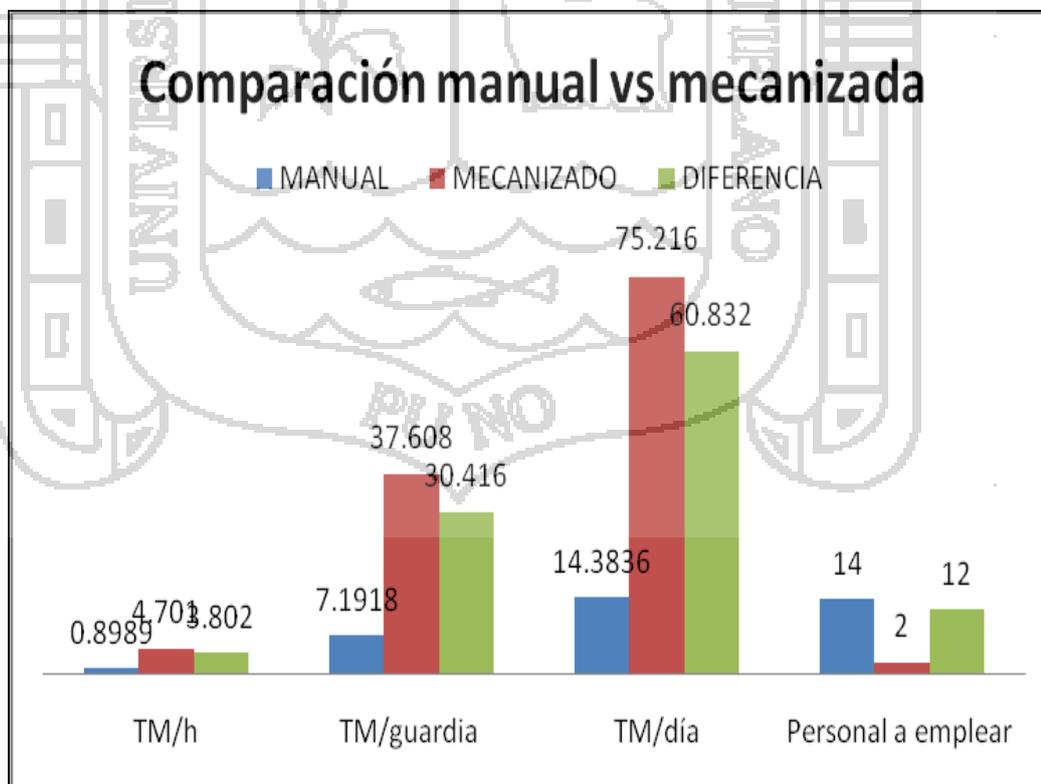
Comparación de producción de mineral y personal

Ítem	Manual	Mecanizada	Diferencia
TM/hora	0.8989	4.701	3.8021
TM/guardia	7.1918	37.608	30.4162
TM/día	14.3836	75.216	60.8324
Personal a emplear	14	2	12

Fuente: Elaboración propia.

Grafico 5.1

Producción manual vs mecanizada (TM)



Fuente: Elaboración propia.

En cuadro 5.13 se observa la diferencia de producción mensual de manual y mecanizado; como también se observa en el grafico 5.2.

Cuadro 5.13

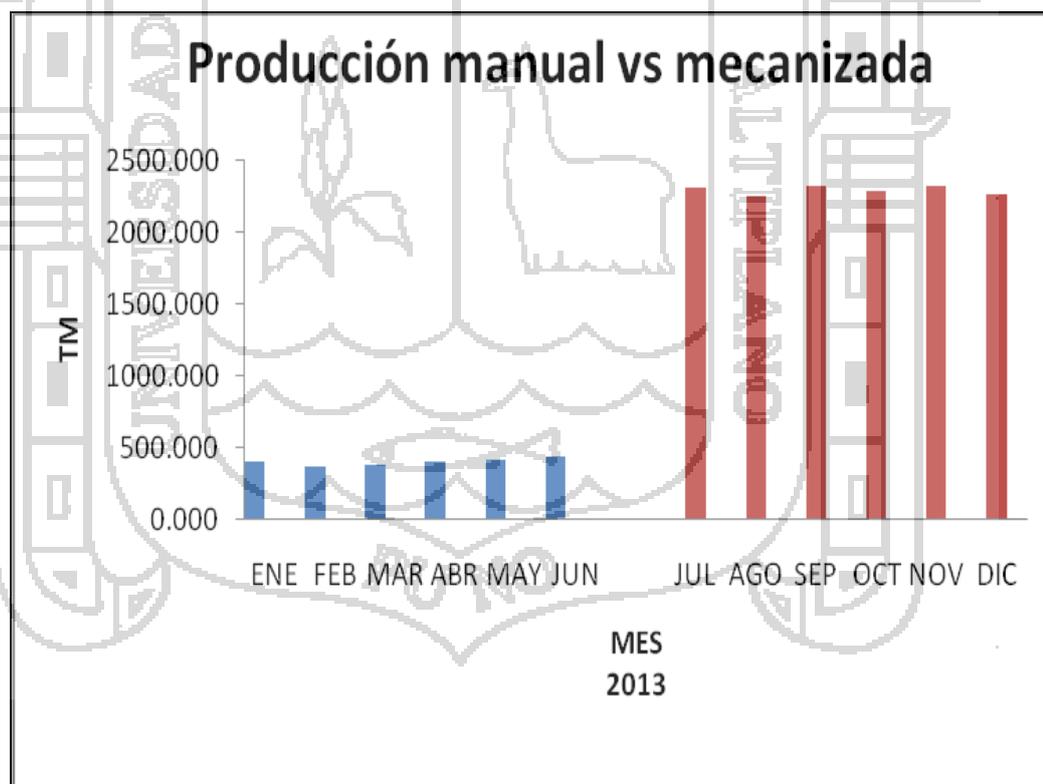
Comparación de valores de producción mensual manual y mecanizado

Manual		Mecanizada	
MES	TM	MES	TM
ENE	409.600	JUL	2308.500
FEB	376.400	AGO	2259.090
MAR	388.400	SEP	2326.320
ABR	410.400	OCT	2293.110
MAY	423.900	NOV	2322.270
JUN	441.600	DIC	2266.380

Fuente: Elaboración propia.

Grafico 5.2

Producción mensual de manual vs mecanizado (TM)



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con la implementación del sistema de extracción de mineral mecanizada con winche de izaje en el pique 718 en la Mina Calpa se logro una producción de 37.608 TM/guardia en comparación al sistema de izaje manual que producía solamente 7.1918 TM/guardia, que nos muestra un incremento de producción de 30.4162 TM/guardia, la misma que demuestra la hipótesis planteada es acertada
- El acondicionamiento del pique 718 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 vertical en la Mina Calpa.
- Se logro incrementar la producción en menor tiempo con winche de izaje a través del pique 718 en la Mina Calpa reduciendo el tiempo extracción.
- La instalación del winche de Izaje permitió minimizar el desgaste físico así como también se redujo el personal empleado en esta operación unitaria.

Recomendaciones

- Se recomienda extraer el mineral mediante Izaje mecanizado en la cual mejora en la producción de los niveles inferiores que tiene la Mina Calpa.
- Se recomienda capacitar al personal para la extracción de mineral en él lugar de trabajo, utilizando procedimientos de izaje en piques
- Para el incremento de producción se recomienda utilizar equipos de izaje diseñados adecuadamente en la extracción vertical en la mina calpa.
- Se recomienda utilizar sistema de izaje con winches de tambora para una extracción rápida con buena producción de mineral.

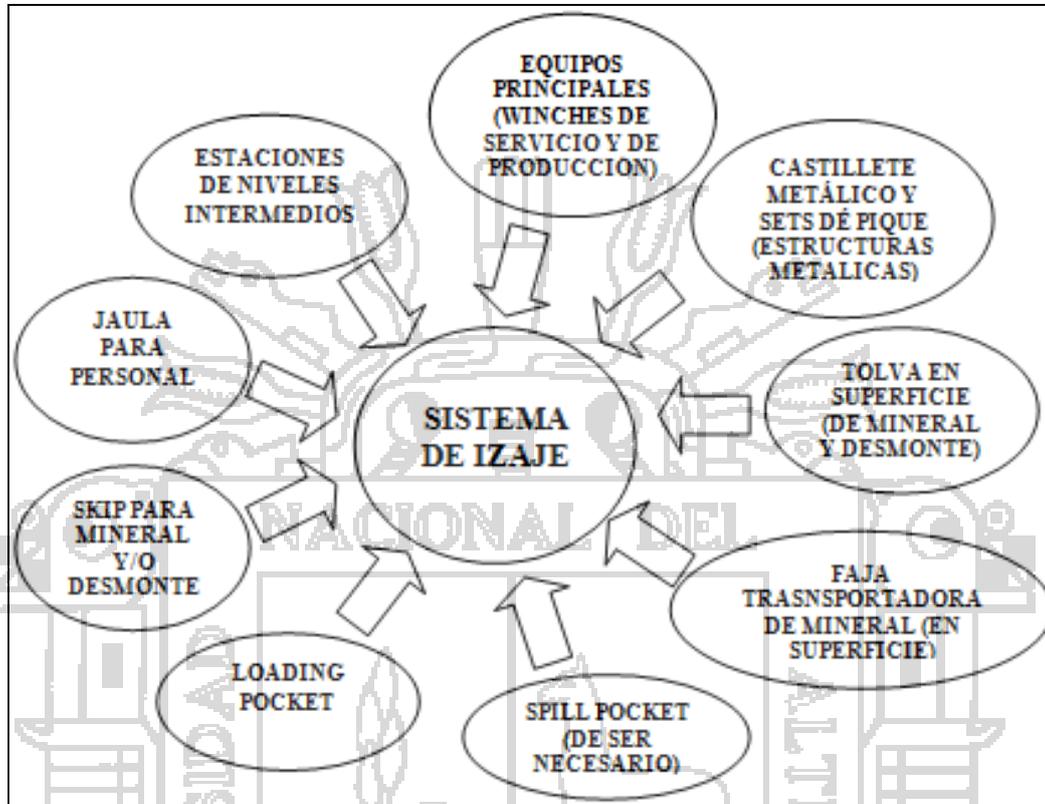
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Calla L. D. (2013). *Planeamiento y Diseño del Sistema de Extracción del Proyecto de Profundización de la U.O San Braulio Uno*. Tesis. Pontificia Universidad Católica del Perú,
- Centeno Quispe G. (2011). *Evaluación de ventilación natural y mecánica que influye en el diseño del sistema de ventilación de galería 635 w nivel 1950 Mina Calpa – Arequipa 2011*. Tesis. Facultad de Ingeniería de Minas. Universidad Nacional del Altiplano. Puno. Perú.
- Compumet EIRL (2006). *Sistemas de izaje en minería subterránea piques y winches*. Capacitación para trabajadores mineros Cerro Rico-Base Rey.
- Decreto Supremo N° 055 - 2010-EM. *Reglamento de seguridad e higiene minera*.
- Del Pino Ávila D. R. (1998). *Profundización del Pique 801 Mina Mercedes S. A*. Tesis Facultada de Ingeniería de Minas. UNA. Puno.
- Ernesto Zelaya, Luis Alfredo Martínez, Rubén Vereau (2011). *Gerenciamiento en la Construcción de Proyectos de Sistema de Izaje*. Instituto de Ingenieros de Minas del Perú.
- Estanislao De la Cruz Carrasco (2000): *Seguridad en el manejo y operación de piques*. Revista del instituto de investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas.
- Guerrero Enso Luis (2012). *Levantamiento Mecánico de Cargas*. ECOPETROL S. A.
- HORWAR L. HARTMAN (1992). *SME Mining Engineering Handobook*.
- <http://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-407270128-balanza-rampa-electronica-3-toneladas-importador-hekrotex- JM>
- Hugo Medina, Víctor Gonzales (2006). *Sistema de izaje en minería subterránea*.
- Chávez Revilla, Miler Emilio (2011). *Extracción de mineral por izaje en la Mina San Vicente*. UNA. Puno.
- Miningcorp S.A. *Todo para su sistema de izaje*.
- Llanque Maquera, Oscar E. y otros (2008). *Servicios auxiliares mineros*. Tomo 1. Editorial UNAP. Puno.
- Llanque Maquera, Oscar E. y otros (1999). *Explotación subterránea - Método y casos prácticos*. Puno.
- Catalogo Minero (1994). *Soluciones Confiables para el Mundo Minero*.



Anexo 2.1

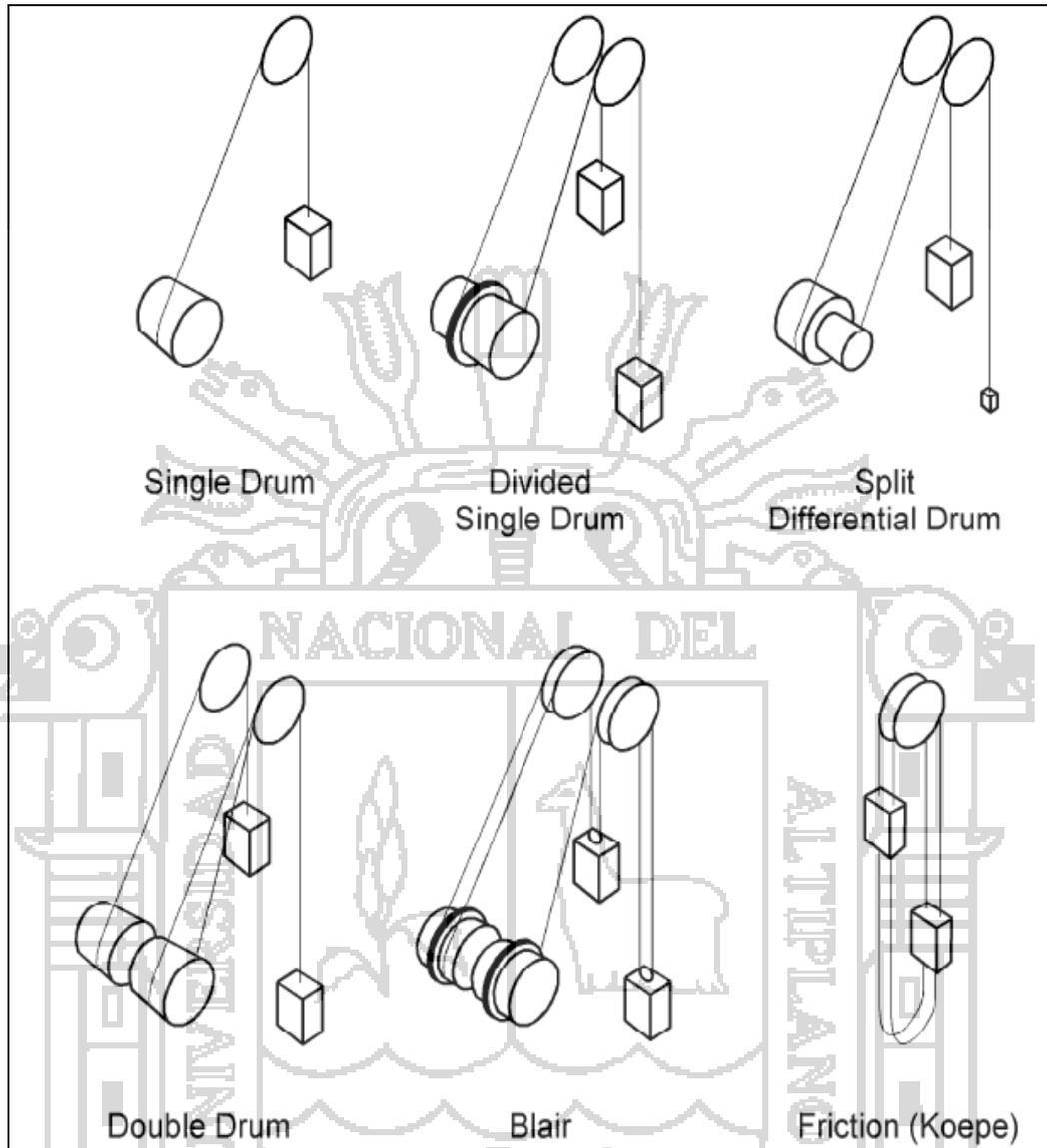
Componentes de un sistema de izaje



Fuente: (Ernesto Zelaya., et all, 2011).

Anexo 2.2

Tipo de izaje



Fuente:(HORWAR L. HARTMAN., 1992).

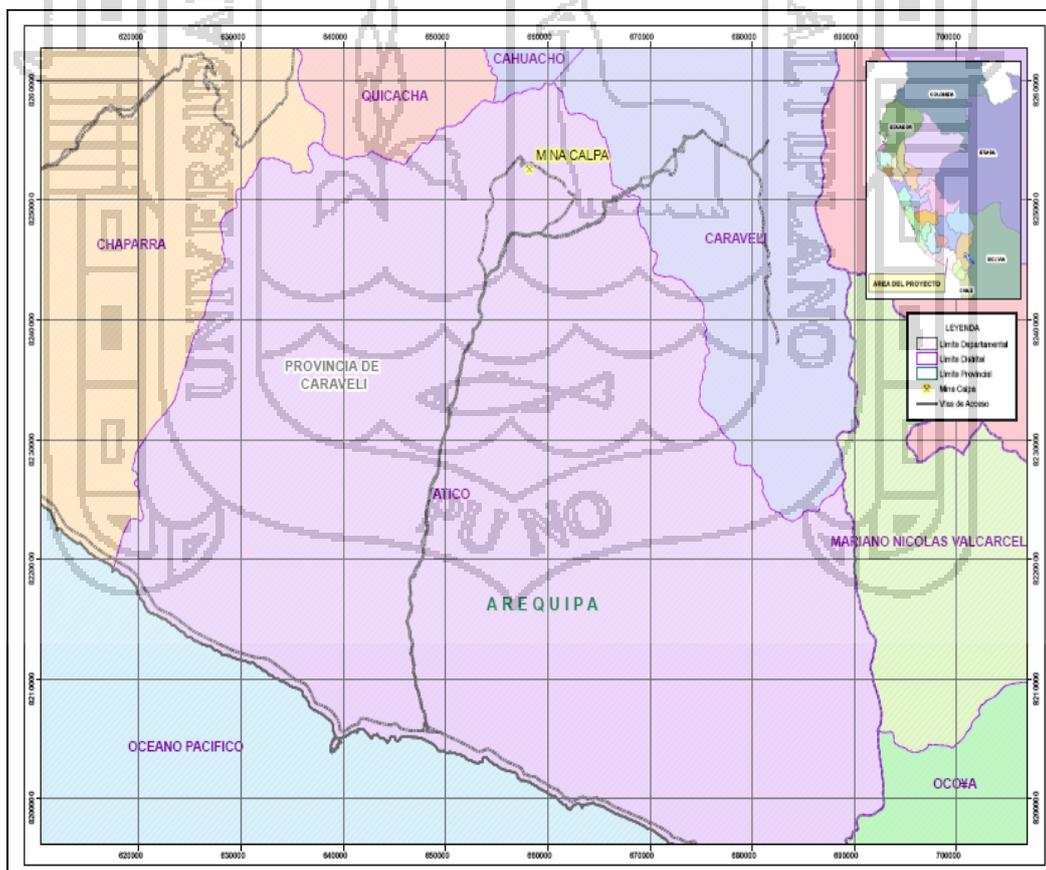
Anexo 3.1

Balanza electrónica de 3 toneladas



Anexo 4.1

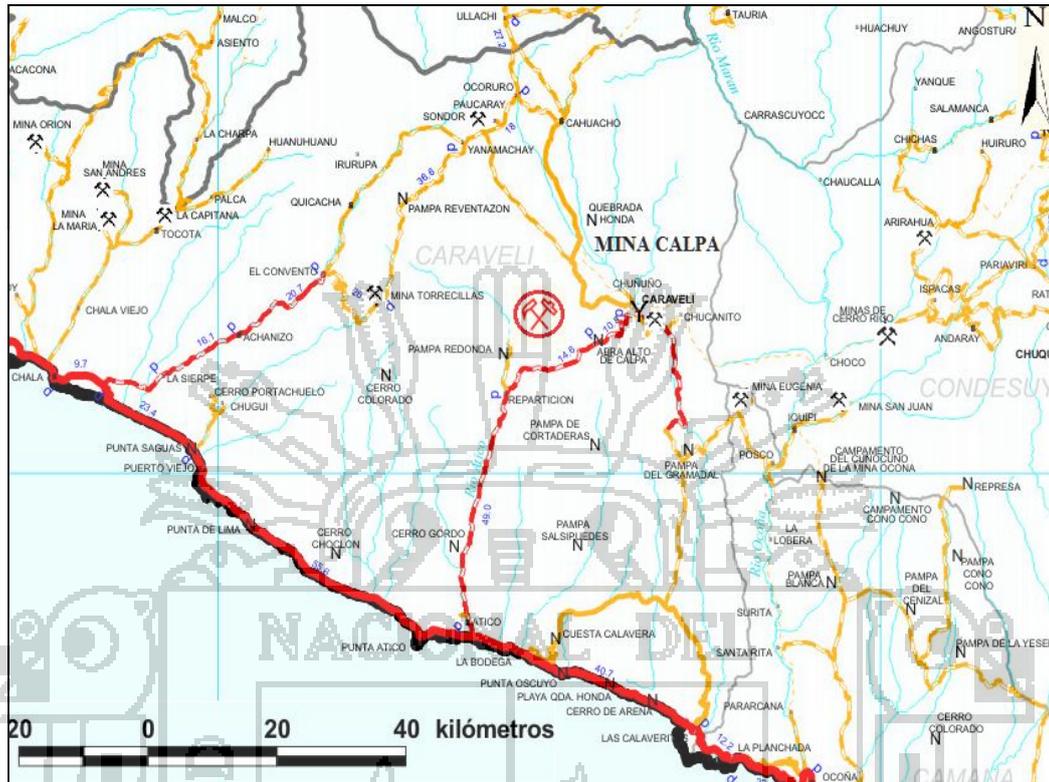
Ubicación de la Mina Calpa



Fuente: Gil Centeno Quispe (2011).

Anexo 4.2

Plano de acceso de la unidad operativa Calpa.



Fuente: Departamento de mina.

Anexo 5.1

Foto: Estructura metálica (Base para anclar el winche)



Anexo 5.2

Foto: Zapata de concreto armado (base para anclar el winche)



Anexo 5.3

Foto: zapata de concreto armado (base para anclar el castillo)



Anexo 5.4

Foto: Castillo de estructura metálica.



Anexo 5.5

Foto: Instalación del castillo.



Anexo 5.6

Foto: Acondicionamiento del pique718



Anexo 5.7

Foto: Ore pocket (bolsillo) en el nivel 2269



Anexo 5.8

Foto: Preparación del muro de contención en la cancha



Anexo 5.9

FOTO: Muro de contención terminado en la cancha



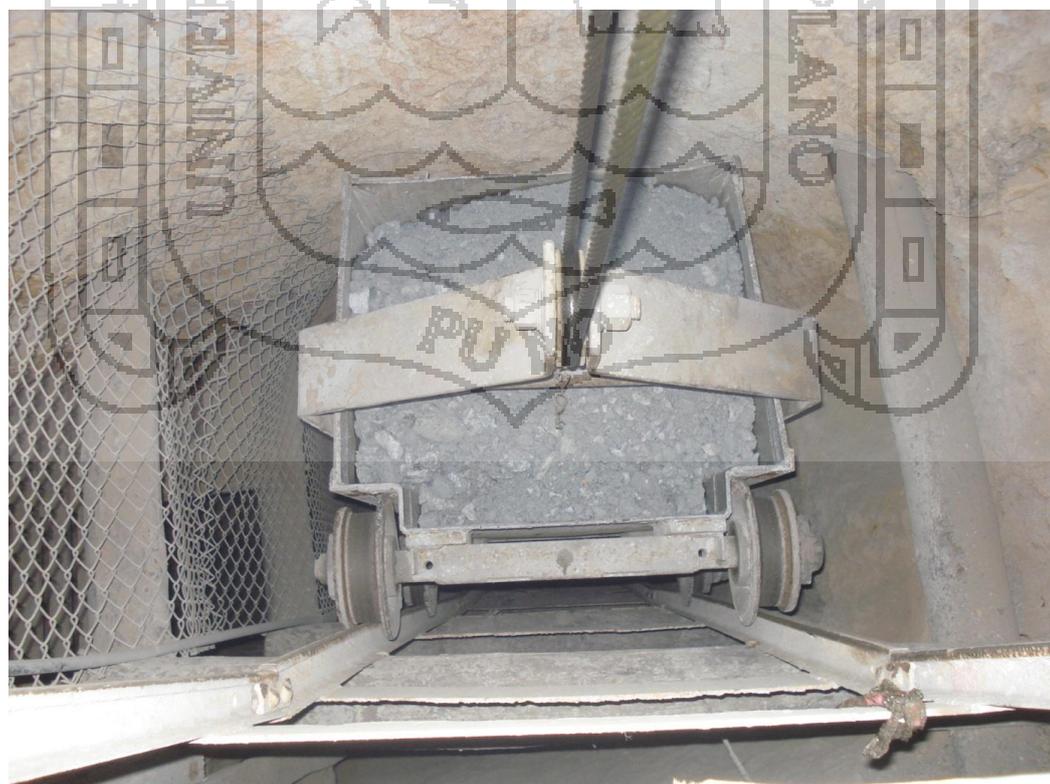
Anexo 5.10

Foto: Skip del pique 718



Anexo 5.11

Foto: Skip con carga en el pique 718.



Anexo 5.12

Foto: Operación unitaria de extracción manual.



Fuente: Elaboración propia.

