

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

Implementar izaje de mineral con skips para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales pepas de oro, U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac – 2022

Presentado por:

Jeanpier Juan Carlos Huamani Calla

Para optar el título de Ingeniero de Minas

Abancay, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**“IMPLEMENTAR IZAJE DE MINERAL CON SKIPS PARA OPTIMIZAR LOS
COSTOS OPERATIVOS EN LA ASOCIACIÓN DE MINEROS ARTESANALES
PEPAS DE ORO, U.O. PAMPAMARQUINO - COTARUSE - AYMARAES -
APURÍMAC – 2022”**

Presentado por **Jeanpler Juan Carlos Huamani Calla** para optar el Título de:

Ingeniero de Minas

Sustentado y aprobado el día 28 de febrero del 2024, ante el jurado evaluador:

Presidente:



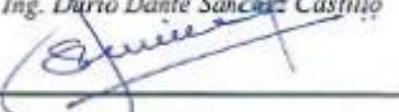
Dr. Wilson Jhon Molloacando Flores

Primer Miembro:



Ing. Durio Dante Sanchez Castillo

Segundo Miembro:



Dr. German Rafael Espinoza Rivas

Asesores:



Ing. Edgar Crispin Huacac Farfan



Ing. Oscar Eugenio Alvarez Gamarra

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, la facultad de Ingeniería de Minas y docentes de las diferentes materias, por formarme profesionalmente.

También agradecer a mis padres que con tanto sacrificio hicieron lo posible el sueño de ser profesional.



Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mi padre Justo, mi madre Delia y hermanos Cinthia y Maicol, y a mi compañera de vida quien día a día muestra su apoyo incondicional mi esposa Roxana y mi hijo Nicolás, por haberme apoyado en todo este proceso de mi titulación y ser una persona de bien.



“Implementar Izaje de Mineral con Skips para Optimizar los Costos Operativos en la Asociación de Mineros Artesanales Pepas de Oro, U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac – 2022”

Línea de investigación: Minería y Procesamiento de minerales

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1. Caracterización del Problema.....	4
1.2. Enunciado del Problema	5
1.2.1. Problema General	5
1.2.2. Problemas específicos	5
1.3. Justificación de la investigación	5
1.4. Delimitación de la investigación	5
1.4.1. Delimitación espacial.....	5
1.4.2. Delimitación social	7
1.4.3. Delimitación temporal	7
1.4.4. Delimitación topografica.....	7
1.4.5. Delimitacion geomorfologica.....	8
1.4.6. Delimitación geológica	9
1.4.7. Geología local.....	14
CAPÍTULO II	20
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	20
2.1. Objetivos de la investigación	20
2.1.1. Objetivo general	20
2.1.2. Objetivos específicos	20



2.2.	Hipotesis de la investigación.....	20
2.2.1.	Hipótesis general	20
2.2.2.	Hipótesis específicas.....	21
2.3.	Operacionalización de variables	21
CAPÍTULO III.....		22
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL		22
3.1.	Antecedentes	22
3.2.	Marco teórico	26
3.2.1.	Implementar izaje de mineral con Skips	26
3.2.2.	Optimizar los costos operativos.....	58
3.2.3.	Cálculo y procedimientos de costos operativos al implementar el skips en el PQ 4580 62	
3.2.3.3.	Para el cálculo de número de taladros se tiene.....	64
3.3.	Marco teorico referencial	86
CAPÍTULO IV		89
METODOLOGÍA		89
4.1.	Tipo y Nivel de Investigación	89
4.2.	Diseño de la investigación	89
4.3.	Población y muestra.....	90
4.3.1.	Población:.....	90
4.3.2.	Muestra:	90
4.4.	Procedimiento.....	90
4.5.	Técnicas e Instrumentos.....	90
4.6.	Estadístico de Investigación	90
CAPÍTULO V		91



RESULTADOS Y DISCUSIONES	91
5.1. Resultados al implementar izaje de mineral con Skips.....	91
5.2. Resultados y comparación del sistema de izaje tradicional y actual	91
5.2.1. Extracción de material “mineral – desmonte” por el PQ 4550 y uso de winche de baja capacidad.....	91
5.2.2. Acarreo e izaje con winche implementando el skips - PQ 4580.....	96
5.3. Contrastación de Hipotesis.....	101
5.4. Discusiones.....	104
CAPÍTULO VI.....	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
6.1. Cconclusiones.....	106
6.2. Recomendaciones	107
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	108
ANEXOS	111



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 — Distancias por tramos, de Lima y Abancay hasta la U.O. Pampamarquino	6
Tabla 2 — Cuadro de la operacionalización de variables	21
Tabla 3 — Cuadro de métodos de explotación.....	27
Tabla 4 — Cuadro de coeficiente de roca, según al tipo.....	63
Tabla 5 — Cuadro de métodos de distribución de taladros.....	65
Tabla 6 — Presupuesto total de la ejecución PQ - 4580.....	67
Tabla 7 — Presupuesto total de la ejecución PQ – 4580	67
Tabla 8 — Presupuesto total en el colocado de puntales del PQ - 4580.....	68
Tabla 9 — Presupuesto total en los trabajos de cribing del PQ - 4580.....	69
Tabla 10 — Presupuesto total, armado de cuadro de madera	69
Tabla 11 — Presupuesto total de colocado de durmientes en el PQ 4580.....	70
Tabla 12 — Presupuesto total de colocado de rieles en el PQ 4580.....	70
Tabla 13 — Precio unitario por puntal de avance	71
Tabla 14 — Precio unitario por pieza – cribing	72
Tabla 15 — Precio unitario de armado de cuadro de madera	73
Tabla 16 — Precio unitario por colocado de durmiente	74
Tabla 17 — Precio unitario por colocado de riel.....	75
Tabla 18 — Cable serie 6 x 19 con alma de acero boa para izaje	78
Tabla 19 — Control de tiempos de acarreo de mineral	79
Tabla 20 — Precio total por tonelada extraída	81
Tabla 21 — Distribución de personal por actividad de izaje	92
Tabla 22 — Control de tiempo de izaje con el sistema de izaje antiguo	93
Tabla 23 — Cuadro de resumen	95



Tabla 24 — Precio unitario por tonelada extraída con el sistema de izaje antiguo	96
Tabla 25 — Distribución de personal post implementación del Skip.....	97
Tabla 26 — Control de tiempo de acarreo de mineral post implementación del Skips	98
Tabla 27 — Resumen post implementación del Skips.....	99
Tabla 28 — Cuadro de comparación entre ambos sistemas de izaje.....	99
Tabla 29 — ANOVA Tonelada producida.....	101
Tabla 30 — Cuadro de Normality tests.....	101
Tabla31 — ANOVA Labores, trabajo	102
Tabla 32 — Cuadro de Normality tests.....	102
Tabla 33 — ANOVA Tiempo ciclo.....	103
Tabla 34 — Cuadro de Normality tests.....	104
Tabla 35 — Matriz de consistencia.....	112
Tabla 36 — Descriptiva general	114
Tabla 37 — Descriptiva especifica 1	115
Tabla 38 — Descriptiva especifica 2	116



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Mapa de ubicación	7
Figura 2 — Mapa geológico distrital.....	12
Figura 3 — Sección transversal N70E Colcabamba – Cuello Cuello	12
Figura 4 — Formación estructural de la roca ígnea.....	13
Figura 5 — Litología de flujo andesítico superior.....	16
Figura 6 — Formación Soraya areniscas	17
Figura 7 — Mapa de alteración argílica.....	18
Figura 8 — Excavación de pozo tipo espiral	33
Figura 9 — Trazo de perforación para un pique de sección rectangular	34
Figura 10 — Diseño de malla de perforación para un pique de sección circular con cueles cónicos a sección completa	34
Figura 11 — Método de barrenos paralelos	35
Figura 12 — Forma rectangular de la sección transversal de un pique Compartimientos: 1 de ascenso – 2 de escalera – 3 de tuberías y cables.....	37
Figura 13 — Forma circular de la sección transversal de un pique Compartimientos: 1 de ascenso – 2 de escalera – 3 de tuberías y cables.....	38
Figura 14 — Componentes de un winche de izaje	46
Figura 15 — Profundización del PQ 4580	48
Figura 16 — Torones, componente de un cable de acero	50
Figura 17 — Diseño de malla para el PQ 4580.....	64
Figura 18 — Personal sacando el eje para prologar el riel en el PQ 4580.....	70
Figura 19 — Grafico de tonelada producida de acuerdo al tipo de izaje.....	114
Figura 20 — Grafico de número de labores	115
Figura 21 — Grafico de tiempo respecto al ciclo de izaje	116



Figura 22 — Plano longitudinal de labores U.O.Pampamarquino	117
Figura 23 — Plano longitudinal del PQ – 4580	118
Figura 24 — Plano longitudinal del PQ 4580 Y PQ 4550.....	119
Figura 25 — Cámara del sistema de izaje.....	120
Figura 26 — Operando el sistema de izaje con Skips en el PQ 4580.....	121
Figura 27 — Tablero y pantalla para el monitoreo del Skips en el PQ 4580.....	121
Figura 28 — Tambora del winche eléctrico modelo WGR3V.....	122
Figura 29 — Camara del operador implementado con el sistema de comunicación e izaje.	122
Figura 30 — Realizando prueba en vacio del Skips.....	123
Figura 31 — Llegada del izaje de mineral en el Skips	123
Figura 32 — Tolveo de mineral en el echadero	124
Figura 33 — El equipo Dumper recepcionando del echadero de mineral	124
Figura 34 — Riel y durmiente colocados en el trayecto del PQ 4580.....	125
Figura 35 — Profundizacion del PQ 4580	125



INTRODUCCIÓN

El Perú es un país con muchos yacimientos mineros metálicos, no metálicos y polimetálicos, generalmente están concesionados y explotados por empresas extranjeras, generando conflictos en el aspecto social, teniendo ese concepto la comunidad de Pampamarca rompe el paradigma generando una empresa comunal que será en beneficio y desarrollo del pueblo.

La explotación de la U.O. Pampamarquino es Corte y Relleno Ascendente, porque es acorde a las condiciones del yacimiento, sin embargo, están a grandes profundidades, por lo tanto, se realizan labores de desarrollo y preparación como: cruceros, galerías, subniveles, chimeneas y piques. Las secciones y el tipo de sostenimiento serán en función al tipo de roca.

De acuerdo al estudio geológico la mineralización del yacimiento se presenta en tipo rosario con potencias que variaran de (0.20 – 1.00) m, con una ley de mineral “ley de cabeza” de 0.5 onz/TM Au; por ello la voladura en los subniveles se realizaron con el método del circado con la finalidad de no diluir el mineral.

El costo operativo en la actividad de extracción de mineral y/o desmonte, número de personal es muy elevado y la producción mínima, es por ello que se plantea implementar un skips para mejorar la productividad y reducir los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro.

La investigación comprende de cinco capítulos, que se desarrollan de la siguiente manera:

Capítulo I, Planteamiento del problema; Capítulo II, Objetivo e Hipótesis; Capítulo III, Marco teórico referencial; Capítulo IV, Metodología de la investigación; Capítulo V, Resultados y discusiones

RESUMEN

La presente investigación titulado “Implementar izaje de mineral con Skips para Optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse – Aymaraes - Apurímac – 2022”, se encuentra a una altitud de 4355m.s.n.m, el cual se dedica a la explotación del Au como su principal producto. En la U.O. Pampamarquino se ejecutan trabajos de Piques, pero en los niveles principales se realizan labores de galerías, cruceros y ventanas con la finalidad de explotar a través del método corte y relleno ascendente.

El objetivo es implementar un nuevo sistema de izaje con Skips para incrementar la producción, reducir el número de personal en la actividad de acarreo e izaje y optimizar los costos operativos, ayudara a seguir profundizando el pique y seguir explorando más estructuras con valor económico, y no tener inconvenientes con el izaje tradicional, en el que se requiere mayor número de personal, mayor esfuerzo físico, mayor costo operativo y producción mínima, donde no es rentable para la empresa Pepas de Oro.

Con el izaje tradicional la extracción por guardia es de 14.77 Ton/Gdia y con la implementación del Skips incremento a 25 Ton/Gdia, la incrementación mensual es de 1500 Ton/mes y anualmente a 18000 Ton/Año. También se ve reflejado en la reducción del costo operativo, de acuerdo a los parámetros de la empresa se tiene un precio unitario de S/. 2,516.30 por tonelada y al mes se invirtió un monto de S/. 2, 427,638.56 este monto es elevado debido al número de personal que se tiene en la actividad de acarreo e izaje de material. Entonces con la implementación de Skips en el PQ 4580 el precio unitario por tonelada se redujo a S/. 223.08 teniendo una diferencia de S/. 2,516.30 y mensualmente la diferencia es de S/. 2, 092,683.94 respecto al sistema de izaje actual.

Palabra Clave: *Costos, implementar, incrementar, optimizar, pique.*



ABSTRACT

The present investigation entitled "Implementing ore hoisting with Skips to optimize operating costs in the association of artisanal miners Pepas de Oro. U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurimac - 2022", is located at an altitude of 4355m.a.s.l., which is dedicated to the exploitation of Au as its main product. In the Pampamarquino O.U., work is being carried out in the Piques, but in the main levels, work is being done in galleries, crossings and windows with the purpose of exploiting through the upward cut and fill method.

The objective of implementing the new hoisting system with Skips is to increase production, reduce the number of personnel in the hauling and hoisting activity and optimize operating costs, it will help to continue deepening the pit and continue exploring more structures with economic value, and no longer have problems with the hoisting that is currently being used, which requires a greater number of personnel, greater physical effort, greater operating cost and minimum production, where it is not profitable for the company Pepas de Oro.

With traditional lifting, the extraction per guard is 14.77 Ton/Gdia and with the implementation of Skips it increased to 25 Ton/Gdia, the monthly increase is 1500 Ton/month and annually to 18000 Ton/Year. It is also reflected in the reduction of operating costs, according to the company's parameters there is a unit price of S/. 2,516.30 per ton and an amount of S/. was invested per month. 2,427,638.56 this amount is high due to the number of personnel involved in the activity of hauling and lifting material. So with the implementation of Skips in the PQ 4580 the unit price per ton was reduced to S/. 223.08 having a difference of S/. 2,516.30 and monthly the difference is S/. 2,092,683.94 with respect to the current lifting system.

Keyword: *Costs, implement, increase, optimize, pique.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Caracterización del Problema

El objetivo de las empresas mineras es tener mayor rentabilidad o ganancia, bajo ese concepto tendremos que adecuarnos a la siguiente ecuación: $VENTAS - COSTOS = UTILIDAD$, en donde la venta tiene que ser mayor al costo invertido, para que el negocio de la actividad minera sea rentable.

El proyecto Pampamarquino tiene como producto de explotación el Au, la actividad se realiza en labores verticales, siendo improductivo la extracción de mineral, debido al elevado costo de producción y sobre esfuerzo del personal. La producción de mineral es 14 ton/guardia y la cantidad de personal por frente o plataforma de trabajo es demasiado, considerando todo este factor en el año 2022 se plantea implementar un Skips en la Zona del Pique Arnaldo. Debido a que el yacimiento minero no son vetas definidas sino son clavos que se encuentran a grandes profundidades.

El factor principal de la construcción del pique de doble compartimiento en la zona de Arnaldo es implementar el Skips para reducir los costos operativos, aumentar la producción y reducir el esfuerzo del personal en la unidad operativa Pampamarquino.

Al implementar el Skips se busca reducir el número de personal por cada frente de trabajo, y la producción aumente a un estimado de 25 toneladas/guardia.

En el costo de construcción del pique e implementación del skips de la zona de Arnaldo se considerarán los costos directos, costos indirectos y costos adicionales.

La profundidad del pique se estima a 90 m, y se prolongara dependiendo del yacimiento.



1.2. Enunciado del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la influencia de Implementar izaje de mineral con Skips para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro, U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye implementar izaje de mineral con Skips y el método de explotación para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro, U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac - 2022?
- ¿Cuál es la influencia de implementar izaje de mineral con Skips y el sistema de extracción para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro, U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac - 2022?

1.3. Justificación de la investigación

Mediante la presente investigación se busca aumentar la productividad y reducir los costos operativos en la Unidad Operativa Pampamarquino.

Además, la investigación servirá como fuente de posteriores tesis, afines a estos temas, de cómo mecanizar la extracción de las labores verticales mineras.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación espacial

La U.O Pampamarquino está localizado al Sur del Perú, en la Región de Apurímac, Provincia de Aymaraes, Distrito de Cotaruse y Centro Poblado de Pampamarca a 797 km al sureste de la ciudad de Lima. La ubicación Hidrográfica esta conformado por: Cuenca – Intercuenca Alto Apurímac, Sub cuenca – Cuenca Pachachaca y Microcuenca del rio Tocra. La elevación del área del proyecto está a 4355 m.s.n.m. El viaje de Lima a la unidad es de 13:30 horas y de la ciudad de Abancay a la unidad 3:30 horas en vehiculo.



Tabla 1 — Distancias por tramos, de Lima y Abancay hasta la U.O. Pampamarquino

DE	HASTA	DISTANCIA Y TIPO DE VIA	TIEMPO (horas)
Lima	Nazca	455 Km (Asfaltada)	6:30
Nazca	Puquio	156 Km (Asfaltada)	3:00
Puquio	Promesa (Desvio U.O)	154 Km (Asfaltada)	3:00
Promesa (Desvio U.O)	U.O. Pampamarquino	40 Km (Afirmada)	1:00
Total		797 Km	13:30
Abancay	Promesa (Desvio U.O)	152 Km (Asfaltada)	2:30
Promesa (Desvio U.O)	U.O. Pampamarquino	32 Km (Afirmada)	1:00
Total		184 Km	3:30

Extraido de: Elaboracion Propia

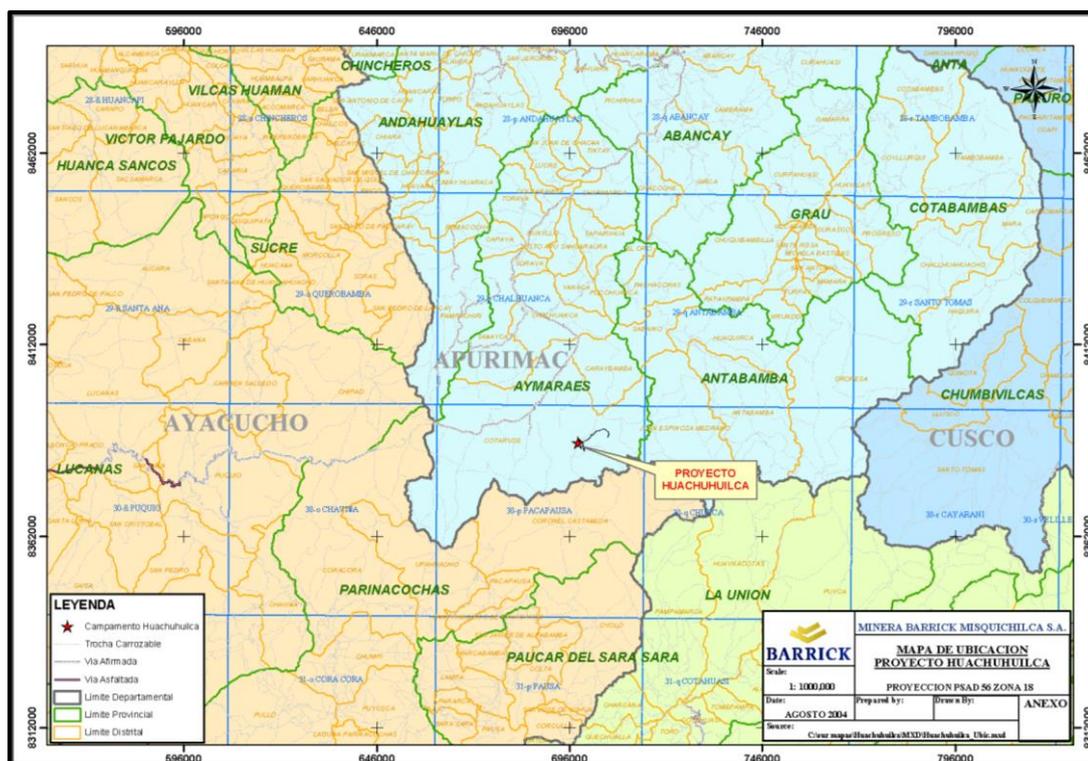


Figura 1 — Mapa de ubicación

Extraído de: Empresa Minera Barrick

1.4.2. Delimitación social

La influencia de la U.O. Pampamarquino dentro de la comunidad de Pampamarca y distrito de Aymaraes, generara oportunidad laboral a todos los comuneros, a través de ello el comercio aumentara en la población, generando un movimiento económico entre las poblaciones aledañas como: Cotaruse, Colca, Iscayaca y Quilca.

1.4.3. Delimitación temporal

El trabajo de investigación se culminará en un periodo aproximado de 7 meses, siendo la fecha de culminación el 13 de Julio del 2023.

1.4.4. Delimitación topografica

El área de estudio, topográficamente se encuentra sobre elevaciones ubicadas entre los 4400 y 4580 msnm y se caracteriza por presentar sucesión de cerros empinados de relieve accidentado, cortados por el drenaje de los afluyentes que se encuentran en el área de estudio (quebradas), este paisaje peculiar y carac

terístico es el resultado de los diferentes agentes erosivos asociados con el levantamiento general de los Andes.

1.4.5. Delimitación geomorfológica

- **Sistema fluvial**

Este sistema contiene unidades que tienen relación directa con el escurrimiento superficial de las aguas, dichas unidades son:

- **Ríos**

La zona presenta el cauce principal de recolección de las aguas de escurrimiento superficial (río Lloca y quebradas adyacentes). La confluencia de estos se presenta en la unidad geomórfica denominada llanura aluvial glacial. A partir de esta confluencia se define propiamente este río.

- **Lecho fluvial**

Corresponde a la unidad que se emplaza a ambos márgenes de los ríos, está compuesta de material aluvial (arenas, arcillas) con cantos angulosos de diferente naturaleza lítica.

- **Sistema glacial**

Este sistema es consecuencia del último periodo glacial, los que en su proceso de retroceso han originado diferentes geformas en el área de estudio, a continuación, se describen:

- **Valle glacial**

Corresponde a áreas donde la erosión glacial ha dejado valles en forma de “U” con depósitos de material angulosos en sus lechos. En esta unidad se produce un alto grado de infiltración de las aguas de escurrimiento superficial.

- **Llanura aluvial glacial**

También denominada llanura de aluvionamiento glacial; corresponde a la unidad de baja pendiente y compuesta de material no consolidado de grano fino con algunos clastos angulosos a sub angulosos de diferente naturaleza lítica. Es en esta unidad donde se unen los ríos Huinchuyo y quebradas adyacentes.



- **Morrenas**

Este material es producto de la erosión glaciaria y corresponde a morrenas de centro y laterales, ubicada en laderas de cerros y el valle, compuestas por material heterogéneo.

1.4.6. Delimitación geológica

1.4.6.1. Geología regional

Regionalmente el área del proyecto está localizada en la cordillera del Huanzo, ubicado en el flanco oriental de la cordillera Occidental de los Andes Centrales y estructuralmente está dentro de un segmento de la cordillera de los Andes denominada Inflexión de Abancay. El basamento consiste de rocas sedimentarias cretácicas (calizas y areniscas del grupo Yura), seguido por rocas volcánicas del Eoceno-Oligoceno (Tacaza inferior), secuencia volcánica del Mioceno (Tacaza superior) y del Mioceno superior (formación Aniso). Sobreyaciendo a todas las unidades mencionadas afloran la formación Saycata. Cuerpos porfíricos (stocks subvolcánicos) afloran parcialmente y en el tope se puede ver remanentes de areniscas

El proyecto Huachuhuilca es parte del Centro Volcánico del Mioceno y se ubica en el borde noroeste de un complejo de caldera inferido (Dietrich, et al. 2005) y está cubierto parcialmente por secuencia de volcánicas más recientes. **Fuente (Empresa Minera Barrick).**

1.4.6.2. Geología distrital

Se realizó el mapeo distrital de Cuello Cuello y alrededores a escala 1:25,000, en un área aproximada de 100km², con la finalidad de ubicar otros centros de alteración hidrotermal semejantes al de Cuello Cuello y Huachuhuilca y unidades litológicas favorables para albergar mineralización. En este mapeo se reconocieron las siguientes unidades litológicas. (Ver Figura 2, 3 y 4). **Fuente (Empresa Minera Barrick).**

Formación Soraya, son afloramientos pequeños, aislados y levemente removido de areniscas que sobreyacen a stocks de andesitas. Las



areniscas son de cuarzos de grano medio a grueso con intersticios tapizados por arcillas. Arenisca moderadamente estratificada y con débil alteración en contacto con el stock andesítico. Este pequeño cuerpo de areniscas no ha sido cartografiado a escala distrital por ser escaso.

Formación Aniso, constituida por niveles volcanoclásticos intercalados con tobas líticas y tobas de ceniza de composición andesítica. Los volcanoclásticos se presentan en bancos delgados y bien estratificados, son de color gris blanquecino; las tobas líticas presentan textura eutaxítica y son de color gris a gris parduzco. La potencia de esta unidad es variada y fácilmente puede superar los 300m.

Domo-autobrecha de flujo riolítico, sobreyacen y cortan a las secuencias del Aniso, es típico el bandeamiento de flujo y se caracterizan por ser rocas vítreas de colores claros. En algunos sectores se encuentran esferulitos de gran tamaño formados por devitrificación.

Toba lítica andesítica y toba de cristal lítico andesita basáltica, son de colores oscuros, se presentan en bancos gruesos y compactos dando la apariencia de flujos lávicos. Para el caso de las tobas líticas se han diferenciado dos niveles, estando el nivel superior (andesitic lithic tuff NS) sobreyaciendo niveles de lava andesítica (andesitic lava NS).

Lava andesítica basáltica y lava andesítica, se disponen en forma paralela y encima de las tobas líticas. En el caso de las lavas andesíticas, se han diferenciado dos niveles, estando el nivel superior (andesitic lava NS) sobreyaciendo a domos andesíticos (andesitic flow dome-autobreccia).

Domo de flujo andesítico, se caracteriza por presentar flow banding con poca inclinación en algunos casos son subhorizontales. Sobreyacen y cortan a los niveles de toba.

Autobrecha de domo de flujo andesítico, es muy característico el flow banding, en la parte central del domo el bandeamiento es subvertical mientras que los flancos es subhorizontal. Las autobrechas se localizan en el borde o en la parte superior de los domos.

Cupula de flujo dacítica y toba lítica dacítica, sobreyacen a las secuencias anteriores, los domos tienen flow banding de bajo ángulo. Las tobas dacíticas se disponen encima de los domos dacíticos.

Cupula riolítica y toba lítica riolítica, cortan a todas las secuencias anteriores. Los domos presentan flow banding y se emplazan siguiendo contactos litológicos y a través de fallas, las formas van desde semicirculares hasta elongados o formando diques, cuando están frescos presentan textura vitrofídica y es común ver esferulitos formados por devitrificación; biotita y cuarzo son los minerales fáciles de ver. Los domos localizados en Cuello Cuello y cercanías presentan mayor recristalización. Los tufos líticos riolíticos se disponen a manera de “tuff ring” en la base de los domos (Cerro Huamanripa).

Porfido riolítico de cuarzo-feldespató, con el emplazamiento de este cuerpo intrusivo al parecer se selló la actividad magmática en la zona. Corta a todas las secuencias descritas anteriormente. Se caracteriza por presentar ojos de cuarzo y cristales de biotita. También es característico el flow banding.



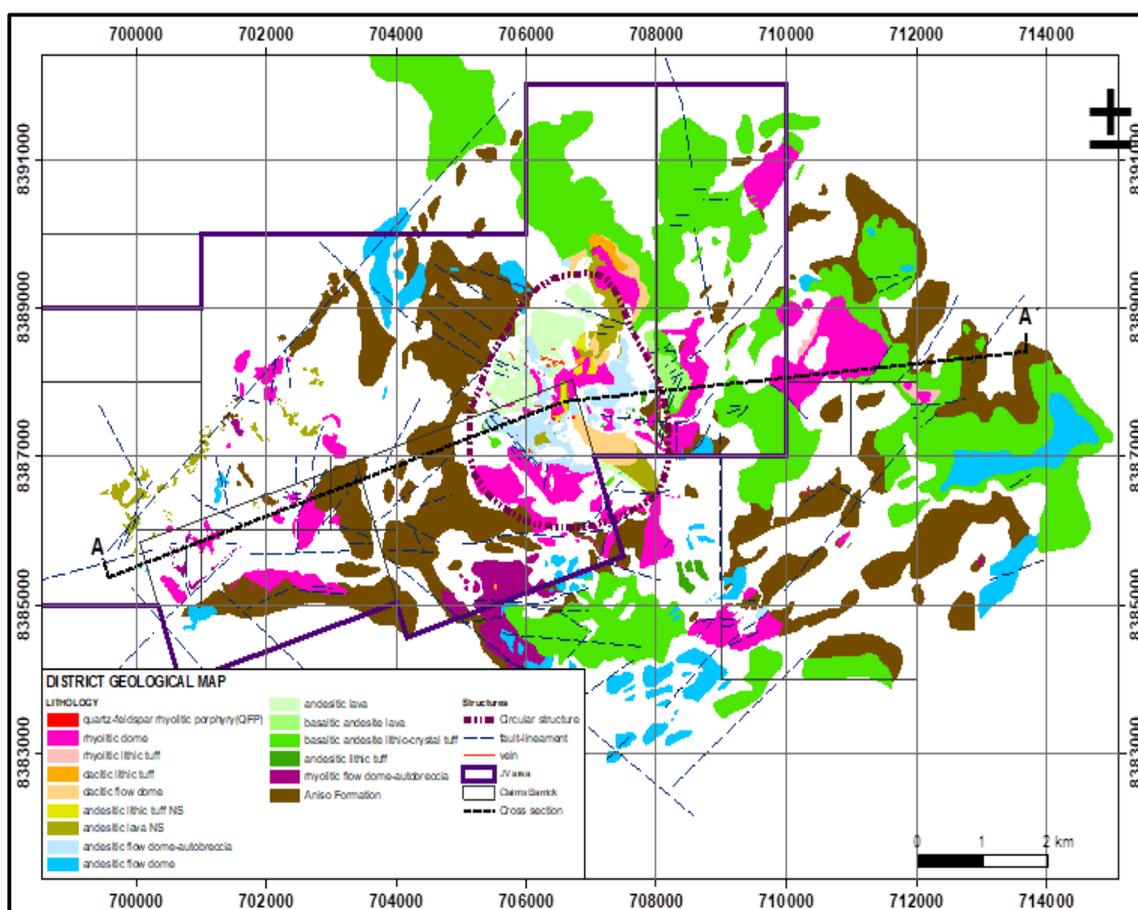


Figura 2 — Mapa geológico distrital

Extraído de: Empresa Minera Barrick

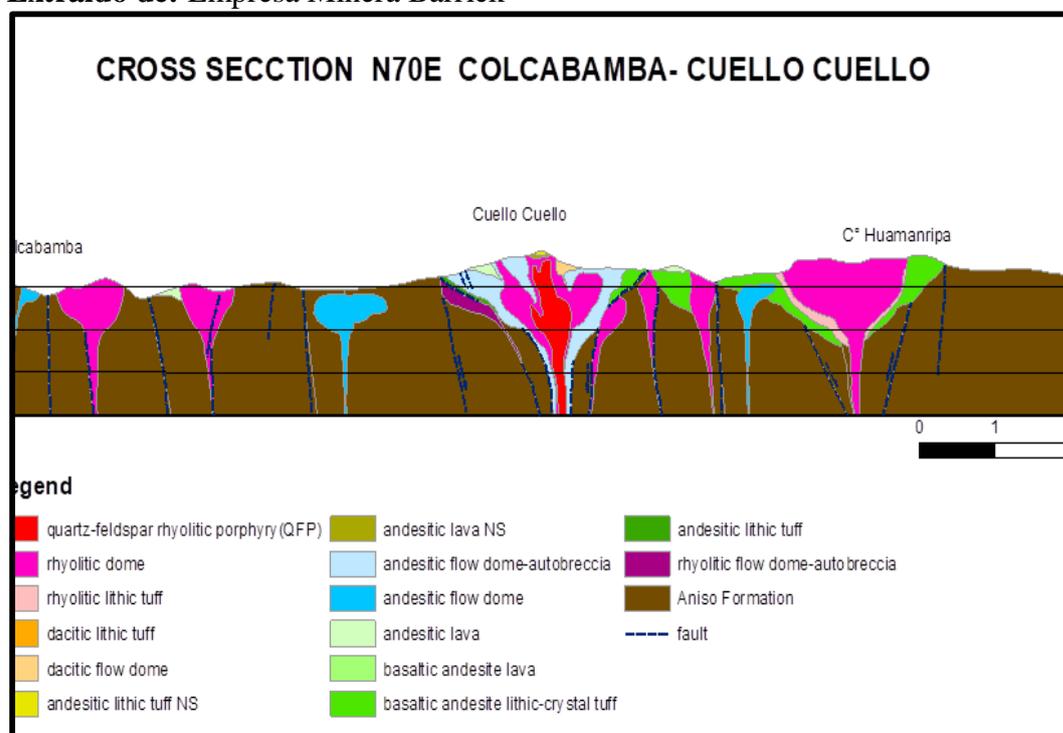


Figura 3 — Sección transversal N70E Colcabamba – Cuello Cuello

Extraído de: Empresa Minera Barrick

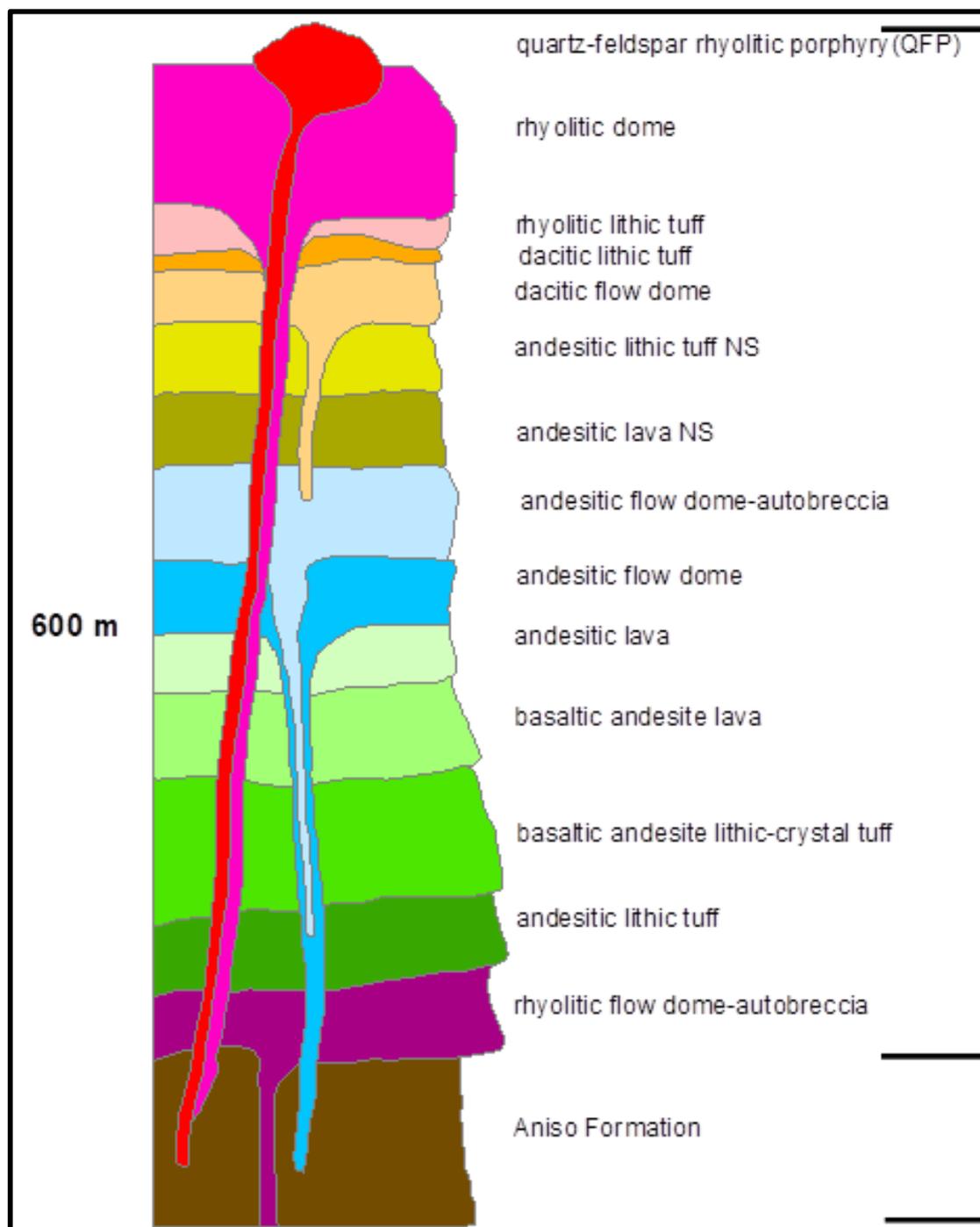


Figura 4 — Formación estructural de la roca ígnea

Extraído de: Empresa Minera Barrick

1.4.7. Geología local

El proyecto Huachuhuilca es un conjunto de tres targets (Huachuhuilca, Colcabamba y W Colcabamba), que se caracteriza por ser estructuras de brechas hidrotermales silicificadas que han sido emplazados en secuencias de roca cretácicas (formacion Soraya) y secuencias volcánicas miocénicas (formacion Aniso y formacion Saycata). (Figura 5 y 6). **Fuente (Empresa Minera Barrick).**

- **Litología**

Son reconocidas las siguientes secuencias estratigráficas:

- **Formación Soraya (Areniscas)**

Se localiza al oeste del target Colcabamba y al sureste del target Huachuhuilca. Son afloramientos pequeños y aislados de areniscas que sobreyacen a stocks de andesitas (roof pendant). Las areniscas son de cuarzos de grano medio a grueso con intersticios tapizados por arcillas. Arenisca moderadamente estratificada y con débil alteración en contacto con el stock andesítico.

- **Formación Aniso (Flujo Piroclástico de Toba Lítica y Ceniza)**

Está conformado por niveles intercalados con tobas líticas y tobas de ceniza andesítica. Los piroclásticos se presentan en bancos delgados y estratificados de color gris blanquecino y tobas líticas de textura eutaxítica gris a gris parduzco. La potencia de esta unidad es variada y supera los 300 metros y aflora hacia el este del proyecto. Dentro del área de perforación no se observó el flujo piroclástico.

a) Secuencia Volcanoclástica (Formación Saycata)

- **Flujo riolítico**

Sobreyacen a la formacion Aniso, son capas con estratificación subhorizontal de vidrio gris claro a verduzco, con fractura concoidea, fuertemente fracturada, en proceso de devitrificación y frecuentemente con presencia de esferulitos de hasta 3cm de diámetro. Se ha identificado este afloramiento a 500m al este del proyecto. Esta unidad litológica se correlaciona con Rhyolitic Flow Dome-Autobreccia cartografiado en el distrito Cuello Cuello – Huachuhuilca.



- **Lava andesítica inferior**

Andesita inferior aflora en el target Colcabamba y W Colcabamba a modo de paquete masivo de aproximadamente 350 metros de potencia y está cortado por domo andesítico. Se ha diferenciado del stock andesítico por ser de textura afanítica y está cubierto parcialmente por los tufos de cristales y líticos. Los taladros han perforado dicha litología. Esta unidad sería contemporánea con andesite lithic tuff del distrito.

- **Tufo de cristales, Tufos líticos y Volcaniclástico**

El depósito de tufos de cristales y líticos yacen discordantemente al stock andesítico y cubren la parte superior de los target Colcabamba y Huachuhuilca. Se caracteriza en delgadas capas de tufo de cristales andesíticos intercalados con tufos líticos y capas de volcaniclástico (sedimentos volcánicos retrabajados). Frecuentemente esta litología está moderadamente alterada a argílica. Los tufos están cortados por las fallas de NE-SW y cortados por cuerpos de brecha hidrotermal con dirección N-S. A escala distrital esta unidad litológica se correlaciona con basaltic andesite lithic-crystal tuff.

- **Stock Andesítico (FP)**

Afloramientos de stock andesíticos que intruyen a las capas volcánicas inferiores y con textura porfirítica a granular, con fenocristales euhedrales de plagioclasas y máficos. Los afloramientos se localizan a 100m al este del área de perforación en Colcabamba y pequeños afloramientos irregularmente distribuidos al oeste del target W Colcabamba. Se ha identificado pequeños tramos de stock andesíticos en los taladros de Colcabamba. En el distrito esta unidad correlaciona con la base de andesite flow dome.

- **Brecha hidrotermal**

Son afloramientos discontinuos alineados en dirección N-S, de 100m de ancho por 400m de largo, está cortando a la secuencia piroclástica y al stock andesítico. Se caracteriza por tener fragmentos silicificados heterolíticos (cuarzitas y tufos), polifásica (variedades de sílice gris, pardo y crema) y en el tope del afloramiento predomina sílice calcedónica y cortada por fracturas E-W rellena con cristales de baritina y óxido de hierro.



- **Domo de flujo andesítico**

Se han reconocido dos afloramientos de domos andesíticos: El primero en el lado Norte del Target Colcabamba (cerca al desvío hacia el proyecto CuelloCuello) y el segundo se localiza en la ladera este del target W Colcabamba, parcialmente cortado por el acceso. Se caracteriza por la textura porfirítica sin alteración y algunas laminaciones de flujo. Está restringida al proyecto.

- **Flujo Andesítico Superior**

Es el último evento de la actividad volcánica en la zona. El flujo andesítico afanítico a porfirítico, con estratificación delgada y con buzamiento subhorizontal cubre parcialmente las superficies más elevadas de la zona. Esta litología está relacionada a andesítica lava NS del distrito. (Figura 15)

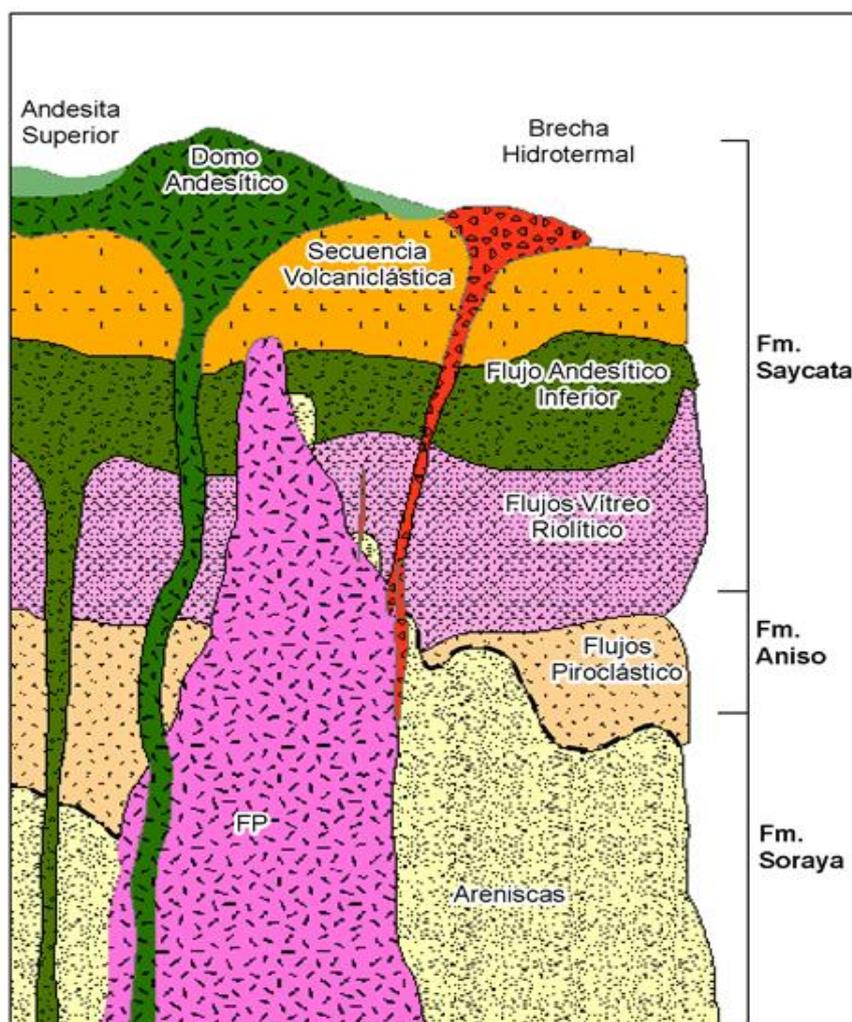


Figura 5 — Litología de flujo andesítico superior

Extraído de: Empresa Minera Barrick

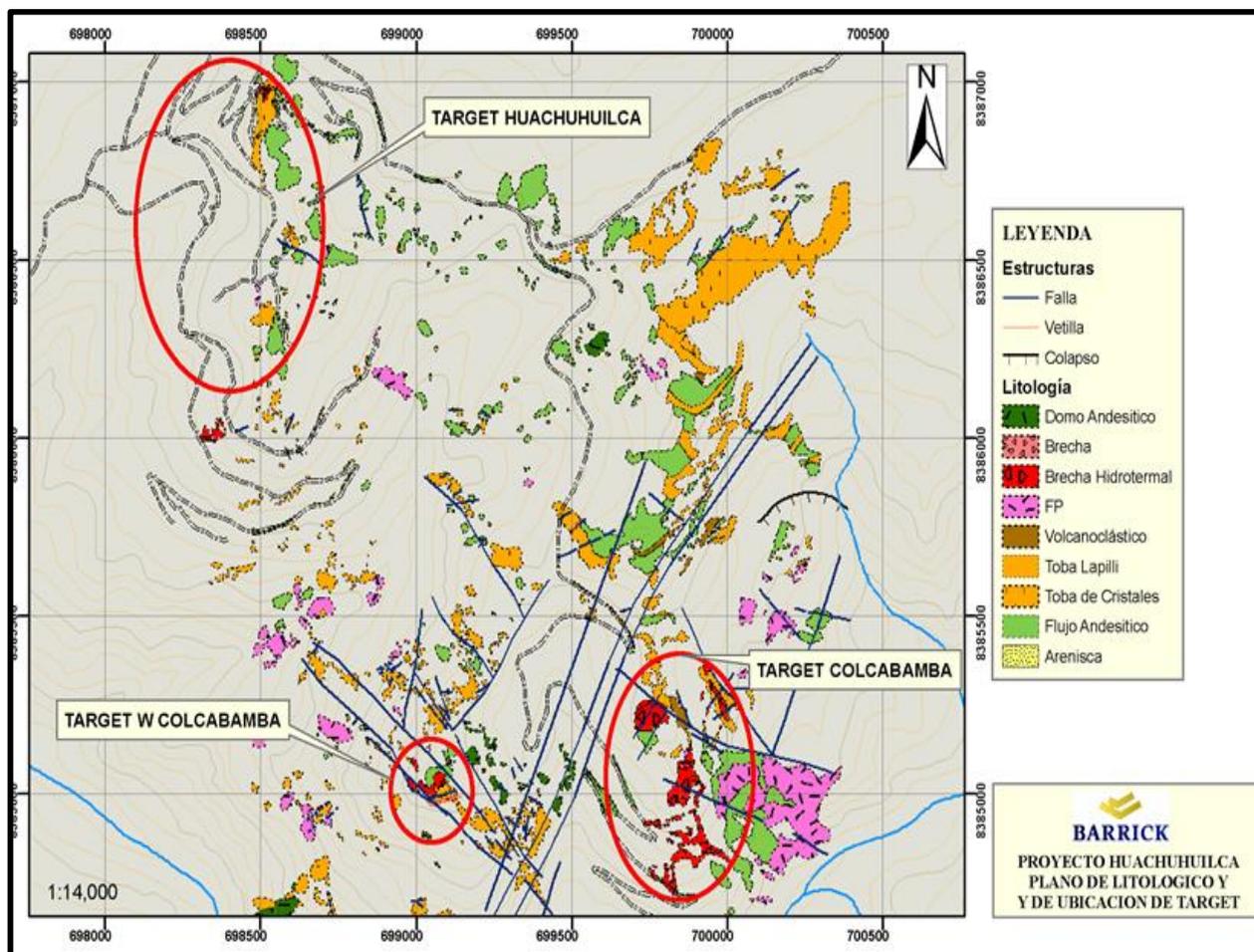


Figura 6 — Formación Soraya areniscas

Extraído de: Empresa Minera Barrick

1.4.7.1. Geología estructural

Localmente las estructuras predominantes son: NE-SW, NW-SE y N-S.

Los cuerpos de brecha hidrotermal silicificados del target Colcabamba siguen el lineamiento N-S. Hacia el sur está intersectada por una estructura regional NE-SW que separa el target Colcabamba con la mina Selene. La brecha hidrotermal posteriormente han sido fracturados por fallas escalonadas normales NE-SW el cual lo ha intersectado la parte norte. Las fallas NW-SE siguen el patrón andino y han sido enmascaradas por las fallas más recientes. **Fuente (Empresa Minera Barrick).**

a) Alteración

La brecha hidrotermal polifásica silicificada (fragmento y matriz silicificada), en el tope con matriz calcedónica y con fracturas tapizadas con baritina, en algunos intervalos se comporta como un clavo mineralizado de $Au > Ag$. Bordeado a la brecha hidrotermal con alteración silíceo se observa alteración local de argílica avanzada de kaolinita, dickita, alunita, diapora (en fracturas y espacios abiertos), topacio (escaso a ausente) y pirofilita (escaso) y con una extensa alteración argílica illita, smectita y clorita en los bordes.

La alteración argílica avanzada está restringida por la roca caja adyacente de composición andesítica. (Figura 7)

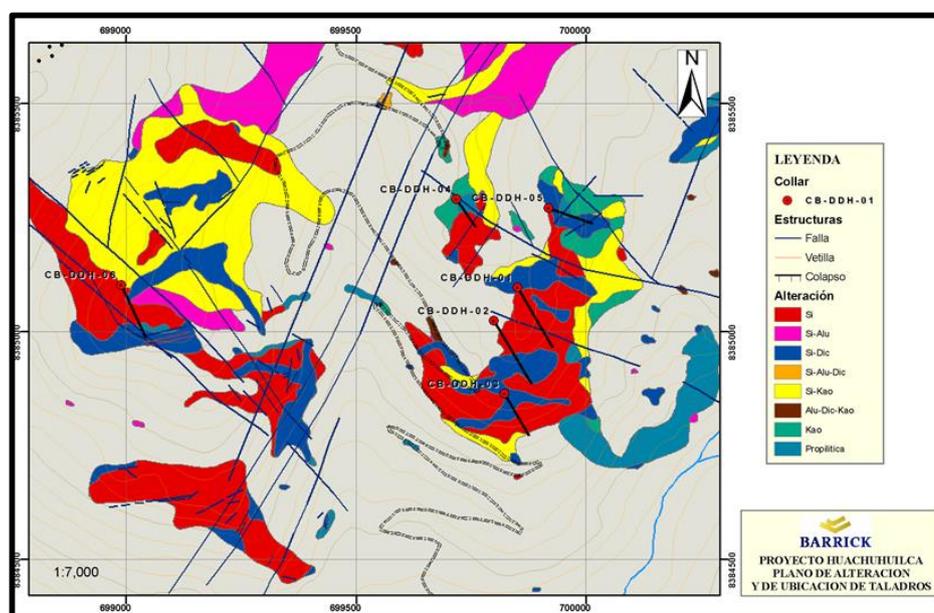


Figura 7 — Mapa de alteración argílica

Extraído de: Empresa Minera Barrick

b) Mineralización

Tres targets con mineralización y alteración favorables fueron identificados:

- c) **Objetivo mineralizado Huachuivilca:** Se ubica en el extremo norte del paroyecto, consiste de brecha hidrotermal polifásica, con anomalías en Au con promedio de 0.8 g/t Au y valor máximo 185 g/t Au. El sulfuro predominante es la pirita gris fina con enargita y enargita dentro de cristales de baritina. La anomalía de Au está restringida a las estructuras

silicificadas y no disemina la roca caja andesítica. En este target se encuentra la mina del mismo nombre, el cual fue explotada y agotada sus recursos.

- d) **Objetivo mineralizado Colcabamba:** Afloramientos de brecha hidrotermal polifásica fuertemente silicificado y en el tope con sílice calcedónica. Las anomalías de Au tienen promedio de 1.4 g/t Au, con valores de hasta 25.3 g/t Au, no se observa sulfuros. La alta ley está asociada a fracturas tapizados con baritina.
- e) **Objetivo mineralizado Oeste de Colcabamba:** Este afloramiento de brecha hidrotermal está restringido por el stock andesítico y está cortado por fallas NW-SE. En dicha brecha se tiene anomalía en Ag y está asociado a una fuerte silicificación masiva, con fracturas tapizadas con cristales de baritina. La anomalía de Au de un total de 23 muestras es de 0.1 g/t Au y con valor máximo de 1.4 g/t Au. La anomalía de Ag tiene promedio de 69 ppm y con valor máximo de 581 ppm Ag. Ello está restringido a una estructura NW-SE relleno con baritina y débil silicificación.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Determinar cual es la influencia del izaje de mineral con Skips para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac - 2022.

2.1.2. Objetivos específicos

- Concluir como influye implementar izaje de mineral con Skips y el método de explotación para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes – Apurímac - 2022.
- Evaluar cual es la influencia de implementar izaje de mineral con Skips y el sistema de extracción para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac - 2022.

2.2. Hipotesis de la investigación

2.2.1. Hipótesis general

La implementación de izaje de mineral con Skips presenta una significativa influencia para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes – Apurímac – 2022.



2.2.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de izaje de mineral con Skips y el método de explotación influirán significativamente en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac – 2022.
- La ejecución del izaje de mineral con Skips y el sistema de extracción presenta una significativa influencia en optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse - Aymaraes - Apurímac - 2022.

2.3. Operacionalización de variables

Tabla 2 — Cuadro de la operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES E INDICADORES			
VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	DIMENSION (1)		DIMENSION (2)	
	Método de explotación		Sistema de Extracción	
	INDICADORES	UND	INDICADORES	UND
Implementar izaje de mineral con Skips	1- Operaciones Unitarias subterráneas	KPI	1- Equipo Skip	HP
	2- Producción	Ton	2- Capacidad	M ³
	3- Horas Hombre	H - H	3- Tiempo	Min
	4- Ciclo de minado	KPI	4- Velocidad	M/Min
			5- Seguridad en equipos suspendidos	
			6- Consumo de energía	KW
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	DIMENSION (1)		DIMENSION (2)	
	Rendimientos operativos		Valorización operacional	
	INDICADORES		INDICADORES	
Optimizar los costos operativos	1- Eficiencia del personal	KPI	1- Costos unitarios	S/.
	2- Eficiencia del equipo	KPI	2- Costos operativos	S/.
	3- Tiempo de ciclo	Min	3- Costos adicionales	S/.
	4- Productividad	Ton/Gdia		

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

a) Antecedentes Internacionales

Carpio, D. (2016), con la tesis “construcción del pique 35 del nivel 7 al 12 veta tres Ranchos Ecuador.” De la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, concluye su investigación con: 1) Respecto al sistema de transporte en el izaje, se determinó de acuerdo a los requerimientos de producción, que se requiere 1 winche de 40 HP, que transportaran el material de la veta de los niveles inferiores hacia la galería principal. 2) Se determinó que el monto de la inversión total de la profundización del pique 035 es de \$ 132,004.08.

Muños, G. (2012), con la tesis “modelo de costos para la valorización de planes mineros.” De la Universidad de Chile, concluye su investigación con: 1) En el caso de transporte también se deben tener en cuenta que hay consideraciones que impactaran el costo y que son definidos en la etapa de diseño, como la ubicación de los destinos de materiales y los sistemas de conexión que tengan las fases, la mejor definición de los lugares de vaciado permite mejorar el vector de costos, además el poder de diseñar empalmes para los accesos, no solo flexibilizan la operación sino que además generar quiebres de tendencia en el vector de costo de esta operación. 2) Se verifica así la importancia de la etapa de diseño minero, siendo donde se definirá el vector de costo que tendrá el plan de producción. Es fundamental poder tener los mejores diseños mineros ya que estos impactaran directamente en el valor del costo, este varia en el tiempo en cerca de un 20% respecto del valor medio usado en un principio, es fundamental revisar esta estimación para entender así el beneficio esperado del negocio.

Vásquez, E. (2013), con la tesis “Evaluación del rendimiento de diferentes tipos de rodaduras para la optimización del ciclo de acarreo y transporte del material en tunelería.” De la Universidad de San Carlos de Guatemala, concluye su investigación



con: 1) Dentro de las operaciones unitarias el acarreo y transporte es la que abarca mayor cantidad de análisis, ya que se encuentran directamente ligadas entre sí a través de un alto costo de ejecución, por lo tanto el dimensionamiento de la flota adecuada considera las dos operaciones unitarias como un conjunto, debido recurrir al análisis de distintas combinaciones de equipo. 2) El trabajo respecto al ciclo de cargue y acarreo de material rocoso resultante de una voladura puede ser mejorado a través de la implementación de una carpeta de rodadura y procedimientos que garantice el buen uso de la maquinaria y equipo.

Andrade, C. (2014), con la tesis “Diseño de excavación para profundizar el pique de fierro ubicado en el área ciruelo unificado operado por la compañía Minesadco S.A.” De la Universidad Central del Ecuador, concluye su investigación con: 1) Para evaluar el comportamiento del macizo rocoso por donde atraviesa el Pique de Fierro, se optó por utilizar la clasificación geomecánica RMR (Rock Mass Rating) ya que, además de la facilidad que implica su realización, permite considerar las estructuras y sus condiciones en el macizo rocoso. Además, proporciona una corrección por la orientación que presentan las discontinuidades con respecto a la excavación. Esto permite establecer de manera más aproximada el comportamiento real del macizo rocoso, así como el grado de estabilidad y las necesidades de sostenimiento en cada pared del pique. (2) De acuerdo a las características minero – geológicas, hidrogeológicas y minero técnicas del área donde se ubica el pique en estudio, la profundización se lo hará mediante trabajos de perforación y voladura utilizando el método especial de precorte. Se ha elegido el método de ejecución por sección completa como el método más factible a aplicarse de acuerdo a la maquinaria que se tiene a disposición y a la forma y sección del pique.

Navarro, H. (2015), con la tesis “Evaluación numérica del empuje de suelo sobre revestimientos en piques circulares considerando el efecto del método constructivo” De la Universidad de Chile, concluye su investigación con: 1) La forma de la curva de distribución del empuje, sobre el sostenimiento de piques circulares, depende de las descargas y cargas que sufre el suelo contiguo al sostenimiento. Al usar el método constructivo SEM, en cada tramo, durante la fase de excavación (descarga), los esfuerzos se redistribuyen a los elementos de mayor rigidez (sostenimiento de tramo superior, y suelo bajo el sello de excavación del pique). Al emplear el método



constructivo MP, no se generan descargas en el suelo, ya que el sostenimiento se construye previo a la excavación, razón por la cual no se aprecian concentraciones notorias de esfuerzos en la distribución del empuje. 2) En general, para el método constructivo Excavación secuencial, las distribuciones propuestas por Terzaghi y Peck (1948), muestran mejor ajuste con los resultados numéricos de los casos analizados en este trabajo. Además, como se menciona anteriormente, para el método constructivo Muro pantalla, la distribución de esfuerzos tiende en la condición de reposo.

b) Antecedentes Nacionales

Loyola, G. (2013), con la tesis “construcción del pique 158 E para la optimización del laboreo minero en la Unidad Paola - CEDEMIN S.A.C.” de la Universidad Nacional del Centro del Perú, concluye su investigación con: 1) El peso del castillo y cable más los skip con carga es aproximadamente de 100 toneladas y el peso del equipamiento de la winche y los accesorios es de 20 toneladas. 2) La inversión en la ejecución de proyecto pique 158 E, es de S/. 5'895,108.11 (Cinco millones ochocientos noventa y cinco mil ciento ocho y 11/100 nuevos soles). 3) Explorar y explotar en los niveles 4830 y 4780 permitiendo a la mina mantener y garantizar su programa de producción anual.

Mamani, M. (2018), con la tesis “costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica San Francisco de Ananea Limitada, periodo 2016.” de la Universidad Nacional del Altiplano, concluye su investigación con: 1) El costo de extracción de la Cooperativa Metalúrgica San Francisco de Ananea, se determinan a través de la aplicación del sistema de costos por procesos, en virtud de ello, los costos reales en el año 2016 fue: mano de obra directa S/. 1.161,771.85 que representa un 35.21%; insumos S/. 240,971.86 que representa un 7.30%; costos directos fue de S/. 1, 444,019.24 que representa un 43.76% y costos indirectos de S/. 452,697.26 que representa un 13.72%. 2) El sistema de costos más adecuado para este tipo de empresas es el sistema de costos por procesos, el cual muestra todos los procesos de extracción y se obtiene el costo unitario por cada gramo de arena.



Caceda, J y Pérez, J. (2015), con la tesis “proyecto pique central para explotación debajo de nivel 1400 – Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.” de la Universidad Nacional del Centro Perú, concluye su investigación con: 1) El nuevo pique central debe ser construido desde el nivel 1400 hasta el nivel 1700, alcanzando el pique una longitud de 428 metros. La sección de la excavación será de 4.81 m x 2.31 m; y tendrá tres comportamientos, uno para camino y otros dos para skip. 2) El costo total del pique será de \$ 3, 260.468; el costo por metro lineal será de 7, 604.40 \$/m y el costo de inversión unitario será de 3,229 \$/TM.

Tullume, J y Llontop, R. (2016), con la tesis “Automatización e implementación de un sistema Scada para mejorar el desempeño del sistema de izaje por winches en minería subterránea de la compañía minera Casapalca S.A.” De la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, concluye su investigación con: 1) Con la automatización e implementación del sistema Scada, se logra mejorar el desempeño del winche de izaje de la empresa minera Casapalca. 2) Se logra disminuir el número de paradas del sistema no programadas, debido a los nuevos sistemas de protecciones de seguridad, mejor lazo de control y monitoreo en tiempo real de los parámetros eléctricos e instrumentación implementados. 3) Se logra aumentar la producción en un 50% y la recuperación de la inversión para la implementación es en un tiempo de 5 años. 4) Con el nuevo sistema se logra obtener una base de datos los cuales son almacenados y reportados a las jefaturas mensualmente.

Cuadros, M. (2018), con la tesis “estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 Veta Juanita – Mina Casapalca.” De la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa concluye su investigación con: 1) Se realizó el estudio técnico económico de la profundización del pique inclinado 370 en los niveles 4370 al 4270 de la veta juanita – mina Casapalca, con dicho estudio técnico se determinó un VAN positivo de 1, 609,777.98 \$, y un TIR de 75.97% para una tasa anual de descuento de 15 %. 2) Respecto al diseño del sistema de izaje, se concluye que este será no balanceado y que se requerirá un winche con potencia de 261 KW (350 hp) para realizar el izaje de tres carros mineros U35, de 4.95 TM de masa total, que ascenderán por un pique inclinado 370, de sección 2.4 m x 2.4 m, con un ángulo de inclinación de 30°, de longitud 320 m total, a una velocidad de acuerdo de 4.7 m/s. Asimismo, el winche debe tener un tambor cilíndrico, con un diámetro de 0.96 como mínimo.



3.2. Marco teórico

3.2.1. Implementar izaje de mineral con Skips

De acuerdo al estudio geológico y los yacimientos como se presentan, es necesario la ejecución del proyecto del Skips y la prolongación del Pique dependerá del yacimiento.

3.2.1.1. Método de explotación

La selección del método de explotación en el pasado se basaba en las técnicas aplicadas en otras minas y en experiencias conseguidas en yacimientos similares, obtenidas en un entorno próximo. Hoy en día, para abrir una mina o para cambiar el método de explotación, es de suma importancia el monto de capital de inversión requerido, es necesario así ejecutar un proceso de selección del método de explotación mediante un análisis sistemático global, parámetros específicos del yacimiento como: geometría del yacimiento, distribución de leyes, propiedades geomecánicas del mineral y la roca encajonante, aspectos económicos, limitaciones ambientales, condiciones sociales, etc.

La variabilidad de esos parámetros y las dificultades de cuantificación total de los mismos impiden el desarrollo de reglas rígidas y esquemas precisos de explotación aplicables a cada yacimiento particular. Diferentes autores han realizado numerosas clasificaciones desde varios puntos de vista, por ejemplo:

- Desde el punto de vista sistema de excavación.
- Desde el punto de vista del sostenimiento.
- Desde el punto de vista del transporte.
- Desde el punto de vista del arranque, etc.

Los avances logrados en las diferentes ramas de la ciencia durante las últimas décadas han permitido establecer métodos generales de explotación. Los métodos más importantes se pueden clasificar y comparar como se observa en la tabla N° 3.



Tabla 3 — Cuadro de métodos de explotación

Método con mínimo soporte o con espacios abiertos	Método con soporte adicional o con relleno	Métodos por hundimiento o derrumbes
1. Cámaras y pilares	1, Corte y relleno ascendente	1. Hundimiento por subniveles
2. Tajeo por subniveles	2. Corte y relleno descendente	2. Hundimiento por bloques
3. Cráteres verticales en retroceso	3. Almacenamiento provisional	
	4. Entibación con cuadros	
	5. Tajeos largos	
1. Son de dilución intermedia	1. Altos costos de minado	1. Bajo costo por tonelada
2. Mala recuperación si los pilares residuales no pueden extraerse	2. Alta recuperación y baja dilución	2. Baja recuperación y fuerte dilución

a) Corte y relleno ascendente

Este método se denomina 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 puede ser de roca estéril

provenientes de las labores de desarrollo en la mina y es distribuido mecánicamente sobre el área tajeada, así mismo en el minado moderno de corte y relleno hidráulico, este material procede de los relaves de la planta concentradora mezclado con agua y transportado a la mina a través de tuberías; cuando el agua del relleno es drenado entonces queda un relleno competente con una superficie uniforme, en algunos casos el material es mezclado con cemento que proporciona una superficie as dura que mejora las características del soporte.

Condiciones de diseño:

Se puede aplicar en yacimientos:

- Con buzamientos pronunciados.
- En cualquier depósito y terreno.
- Con cajas medianamente competentes.
- Las cajas del yacimiento pueden ser irregulares y no competentes.
- El mineral debe tener buena ley.
- Disponibilidad del material del relleno.

Consideraciones para el metodo antes de la explotación:

¿Cuales son las consideraciones que impone el metodo de corte y relleno en las operaciones mineras?

Estas operaciones estan constituidas por el reconocimiento geológico y geotecnico de una parte, la reacción de la estructura general de la mina por otra `parte, la reaccion de la estructura general de la mina por otra parte. El reconocimiento geologico de la mina comprende: el trazado de los subniveles, si los niveles estan demasiado distanciados, así como la abertura de algunas labores verticales. Las operaciones denominadas geotecnicas, determinan el comportamiento de la Resistencia de la caja y el mineral.

La explotación por corte y relleno constituye un modo particularmente flexible de operar y se adapta a los yacimientos



irregulares. La explotación es lenta, abastece poco mineral por tajeo y no permite ningún almacenamiento.

Las tajadas ascendentes rellenas se ajustan a distancias entre niveles de 25 – 50m a más, mineral pobre se deja en forma de relleno, la Resistencia de mineral en el techo puede ser verificada con la excavación de una cámara en el nivel mismo de la galería de base. En resumen todo esto es muy favorable, por lo que es uno de los menos costosos que se conoce.

b) Explotación de corte y relleno ascendente en la U.O.Pampamarquino

El método de explotación que se está aplicando en la U.O. Pampamarquino es Corte y Relleno Ascendente convencional con perforaciones tipo breasting; antes de realizar el método mencionado se ejecutó labores de desarrollo y preparación, mediante estas labores se iniciara con la explotación del nivel más inferior y avanzar hasta el nivel superior.

El mineral será cortado principalmente en tajadas horizontales de abajo hacia arriba, donde el mineral roto será extraído en su totalidad del tajo. El vacío dejado por la excavación de una tajada completa será relleno principalmente con material estéril provenientes de las labores de exploración y desarrollo; así como del descaje cuando las vetas son muy angostas, el cual permitirá sostener las paredes; asimismo servirá como piso de trabajo para el arranque y extracción de la tajada siguiente.

Para aplicar el método de explotación Corte y Relleno Ascendente, se describe la ejecución de las labores de desarrollo, preparación y explotación:

- **Desarrollo**

Se ejecutaron los cruceros CX 4510 y CX 4490 como labores de exploración y desarrollo (acceso) para la preparación de los blocks de explotación. Estas labores de desarrollo se ejecutaron,



con una sección estándar de 1.6 m x 1.90 m y con un gradiente de +1%.

- **Preparación**

El block se delimita por dos (02) chimeneas laterales separados cada 20 - 25 m, el cual dependerá de las características propias del yacimiento. Y los piques se prepararán considerando los buzones y caminos distanciados cada 20 m, de nivel a nivel donde se ejecutará el subnivel paralelo a la galería de transporte dejando un puente de 5 m de altura como mínimo, el cual servirá de piso para iniciar el primer corte del mineral.

Se ejecutarán galerías que servirán como acceso principal, para el transporte de mineral hacia las tolvas, tendrán una sección de 1.6 m x 1.9 m, con una gradiente de +1%, que harán conexión con las chimeneas o piques.

Los subniveles de base se ejecutarán a partir de las chimeneas en dirección de la estructura mineralizada, el cual servirá de piso para iniciar el primer corte de mineral, con una sección estándar de 1.20 m x 1.80 m con un gradiente de +1%, el cual dependerá de la potencia de la veta. El subnivel se ejecutará dejando un puente de 5.0 m como mínimo.

También se ejecutarán chimeneas y/o piques de doble compartimiento con una sección de 1.20 m x 1.80 m, que tendrán la finalidad de formar blocks de nivel a nivel.

- **Explotación**

La rotura del block se realiza principalmente por rebanadas horizontales, según los siguientes estándares de operación:

- El avance será ascendente en dirección del buzamiento de la veta, para vetas regulares según las dimensiones indicados anteriormente.



- El avance será en frontoneo (breasting) en dirección del rumbo de la veta, indicándose los cortes de dos (02) maneras:
A partir de la cámara (chimenea) intermedia para vetas sub horizontales muy irregulares o tipo rosario.
A partir de la chimenea Ore Pas ingresando con una ventana y dejando un pilar de acuerdo a la recomendación geomecánica para vetas regulares y semi verticales.
- La limpieza se realizará mediante carretillas, donde el acarreo es del frente de producción hacia las tolvas americanas o chinas ejecutadas antes de explotar los tajos.
- Una vez llena las tolvas se realizará el acarreo de mineral mediante los equipos Dumper hacia los chutes que estará ubicado en el pique principal de la Zona Arnaldo, posterior a eso se realizará el chuteo hacia el skip para la extracción del mineral.
- Se colocarán puntales de seguridad “caja a caja”, guarda cabeza.
- Rellenar el tajo de acuerdo a la recomendación geomecánica.

3.2.1.2. Operaciones unitarias subterráneas

Las operaciones unitarias son caracterizadas principalmente por el equipo que las realiza. El minado hoy en día es casi totalmente mecanizado. Así las diferencias entre las operaciones unitarias en minado superficial y subterráneo son principalmente a manera de escala. El equipo utilizado en los dos tipos de minado, es marcadamente similar.

La secuencia de operaciones unitarias utilizada para acompañar al desarrollo o explotación es llamada ciclo de operaciones, en la mayoría de los minados, como se expresó anteriormente existen 4 básicas operaciones en el ciclo de producción.

- **Página Web 1 Tesis.uson.mx – 2019.**

En la U.O. Pampamarquino se busca mecanizar las operaciones unitarias respecto a la extracción del mineral, es por ello que el objetivo es implementar el skips como un sistema de izaje.



3.2.1.2.1. Ciclo de minado

El ciclo de minado se realizará en función al tipo de yacimiento, a continuación, se detallará cada una de ellas:

Perforación en piques

Los métodos de ejecución de pozos y piques pueden dividirse en tres grupos:

- Método de banqueo
- Método en espiral
- Métodos de sección completa

a) Método de Banqueo

Este método es adecuado para pozos de sección rectangular o cuadrada. Consiste en perforar en cada avance la mitad del piso. Primero el que se encuentra a una mayor altura, dejando a la otra mitad como cara libre o para el bombeo de agua, de ser el caso.

El método es en gradines rectos o pequeños bancos, donde la perforación suele ser manual, con martillos neumáticos.

b) Método de Espiral

Consiste en excavar el fondo del pozo en forma de un espiral, cuya altura de paso dependerá del diámetro del pozo y el tipo de terreno a fragmentar. Dentro de cada corte se vuela una sección de la espiral con un ángulo lo suficientemente grande, como para que el tiempo que exige realizar un corte completo, coincida con un múltiplo entero del tiempo de trabajo disponible.

Los taladros en cada radio se perforan paralelos y con la misma longitud, ya que siempre existirá una cara libre en cada posición descendente.



Ventajas del Método Espiral:

Alto rendimiento y bajo costo. No se requiere perforistas de gran experiencia, son sencillos los esquemas de perforación y voladura.

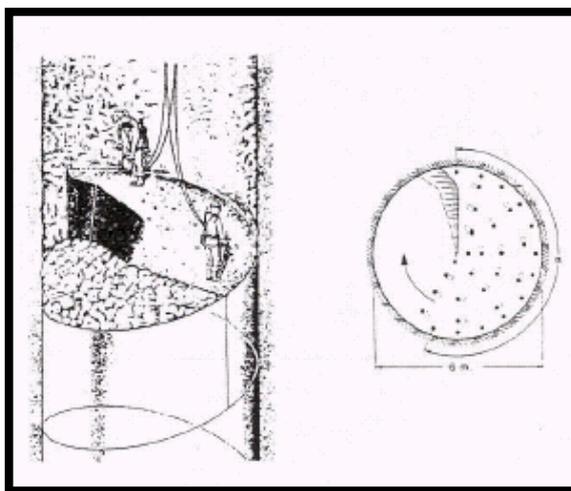


Figura 8 — Excavación de pozo tipo espiral

Extraído de: **Compumet EIRL**

c) Método de Sección Completa

Los métodos de sección completa se utilizan con mucha frecuencia en la excavación de pozos y piques tanto de sección rectangular como circular.

En forma similar a lo que sucede en túneles y galerías es necesario crear inicialmente una cara libre.

Los tipos de voladura empleados son: con cuele en “V”, cónico, paralelo y con barreno de expansión. Los cueles en “V” se aplican a los pozos con sección rectangular. El ángulo de inclinación de los taladros debe estar entre 50° y 75° y deben estar en la dirección de las discontinuidades a fin de aprovecharlas en el arranque. Los cueles cónicos son los más empleados en los pozos y piques circulares debido a que se puede mecanizar la perforación de los taladros y por otro lado el menor consumo de

explosivos con respecto al cuele de taladros paralelos.El cuele de taladros paralelos trabaja de forma semejante a como lo hacen en las galerías o túneles, presentando ventaja adicional de una mayor sencillez en la perforación.

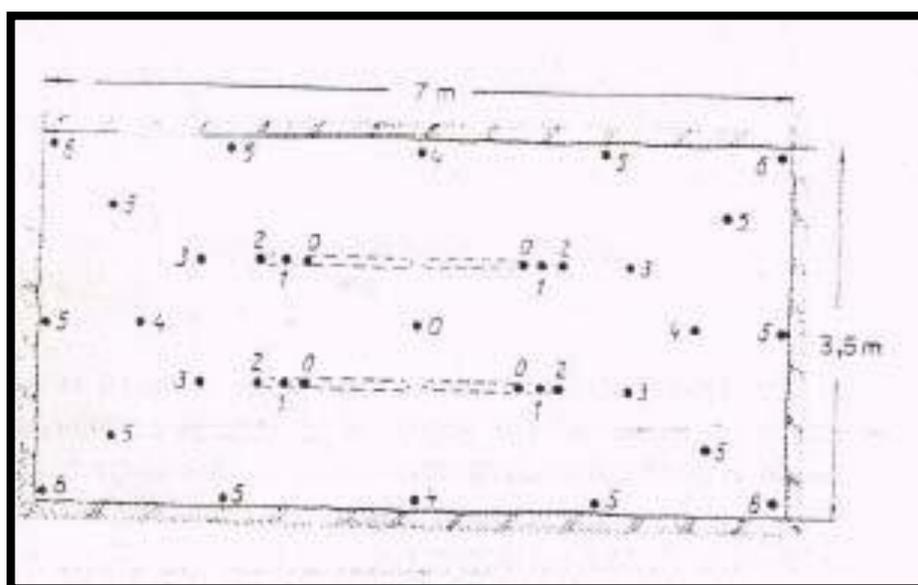


Figura 9 — Trazo de perforación para un pique de sección rectangular

Extraído de: **Compumet EIRL**

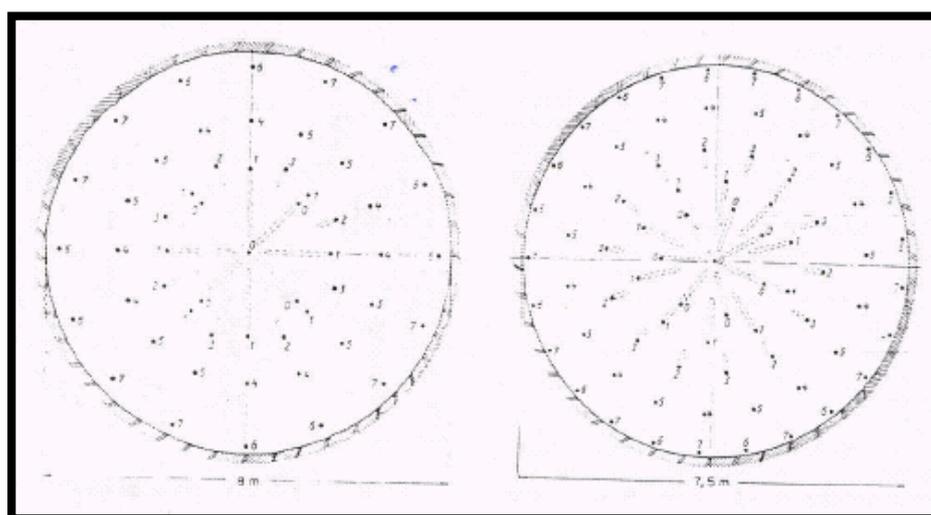


Figura 10 — Diseño de malla de perforación para un pique de sección circular con cueles cónicos a sección completa

Extraído de: **Compumet EIRL**

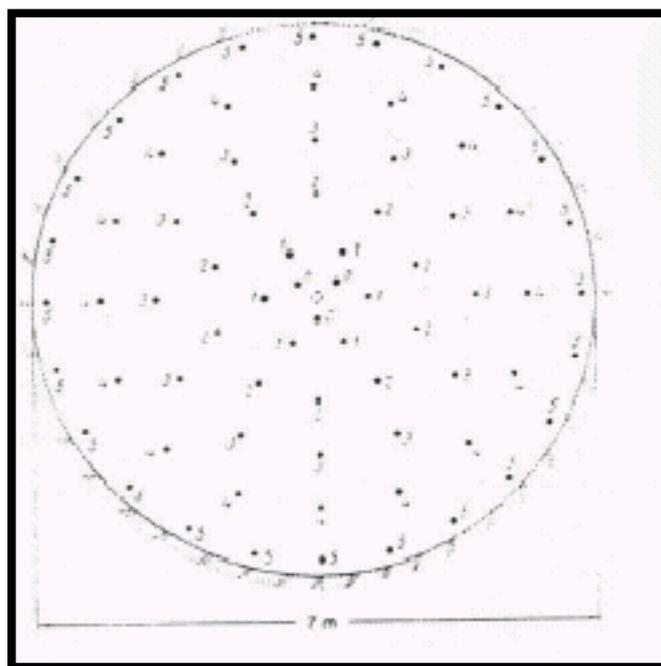


Figura 11 — étodo de barrenos paralelos

Extraído de: Compumet EIRL

a) Piques o pozos mineros

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.

Factores para su construcción:

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

Consideraciones de diseño:

- Análisis de costos en relación a otros piques.
- El área debe ser favorable y suficientemente grande para las instalaciones de superficie.
- La naturaleza del suelo debe ser adecuada para las cimentaciones, realizando para ello estudios de geotecnia

conducentes a la clasificación del macizo en el área destinada para el diseño del pique.

- La mina, debe tener buenas vías de acceso y espacio libre para favorecer el trabajo.

b) Estructura de un Pique

La estructura de un Pique, puede ser de madera o de acero. En otros casos, si se contara con un nivel inferior, la construcción del pique se puede practicar con un equipo raise borer, para el cual se perfora primero el hueco piloto y luego del nivel inferior se empieza a rimar (ensanchar) con una broca de mayor diámetro y finalmente se completa a la sección diseñada.

En todos los casos el terreno debe ser competente y debe ser una zona donde no exista agua de filtración.

3.2.1.2.2. Piques

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.

Para elegir la forma de la sección transversal, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

La calidad del macizo rocoso.

- El tiempo de servicio y el destino final del pozo.
- El material de fortificación a ser utilizado.

c) Sección Rectangular

Es la forma más empleada; sin embargo, ofrece las siguientes

Desventajas:

- Dificultad en la formación de ángulos rectos, particularmente en rocas duras.

- Posibilidad de una deformación significativa de la fortificación en caso de rocas débiles e inestables.
- Mala distribución de esfuerzos alrededor de la excavación.

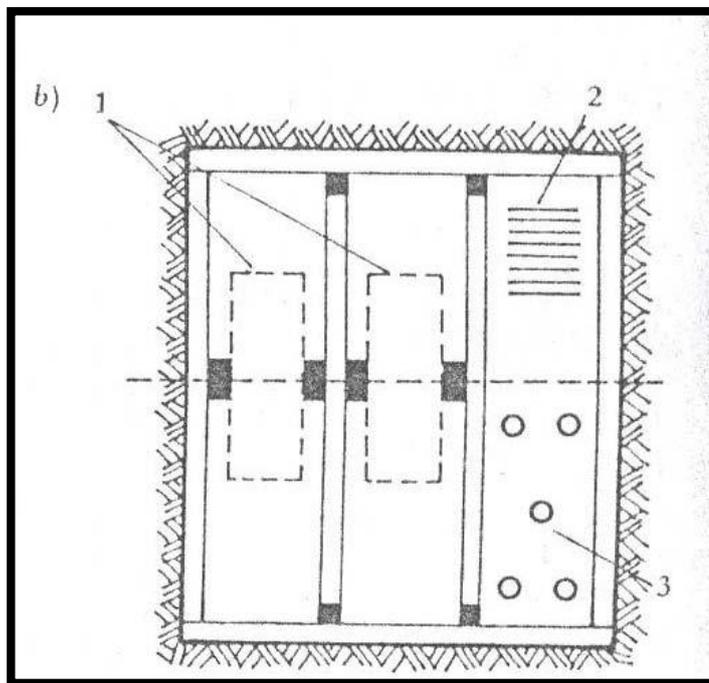


Figura 12 — Forma rectangular de la sección transversal de un pique
Compartimientos: 1 de ascenso – 2 de escalera
– 3 de tuberías y cables

Extraído de: Compumet EIRL

d) Sección Circular

La sección circular garantiza una mayor estabilidad, debido a que la fortificación va a resistir mejor la presión causada por la roca circundante; ya que ésta, se distribuye más uniformemente.

Además los piques de sección circular poseen un menor coeficiente de resistencia aerodinámica.

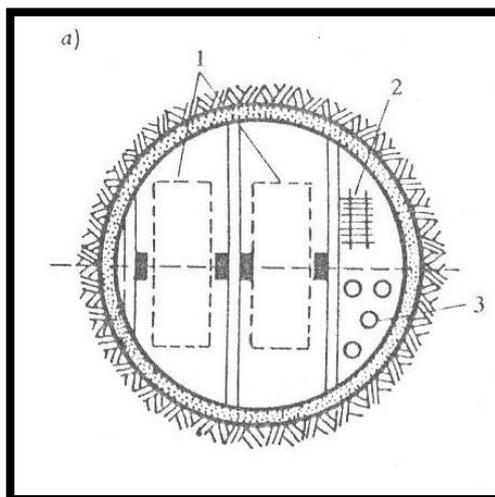


Figura 13 — Forma circular de la sección transversal de un pique
Compartimientos: 1 de ascenso – 2 de escalera – 3 de tuberías y cables

Extraído de: Compumet EIRL

Determinación de dimensiones de la sección transversal de un Pique:

- Las dimensiones de la sección de los piques se pueden determinar a partir de la ubicación de los compartimientos, teniendo en cuenta los espacios a dejar entre dichos compartimientos y entre la fortificación.
- Dependen de la capacidad de la carga y de la profundización de los trabajos de extracción.
- Es factor importante, la Productividad de la mina.

e) Perforación en breasting y tajeos en los niveles principales

La perforación en los tajeos se realizará principalmente en breasting con perforadoras neumáticas de tipo Jack leg impulsada por una compresora portátil de 375 CFM, con barras cónicas de avance de 4, 5 y 6 pies de longitud y con brocas de 38 mm de diámetro, de acuerdo a los estándares de la malla de perforación establecidos para cada sección y por tipo de roca. La perforación será en breasting debido a que la roca no es favorable para la perforación en realce en los tajeos.

La perforación en frentes de avance se realiza con perforadoras neumáticas de tipo Jack leg impulsada por una compresora portátil de 375 CFM, con barras cónicas de avance de 4, 5 y 6 pies de longitud y con brocas de 38 mm de diámetro; y una rimadora de 41 mm para realizar los taladros de alivio, de acuerdo a los estándares de la malla de perforación establecidos para cada sección y por tipo de roca.

La sección de **tajeo** será de acuerdo de la que indique el área de Geología donde el número de taladros dependerá de la sección marcada. De acuerdo al estándar de la malla de perforación para tipo de roca mala (IV-A) será de seis (06) y ocho (08) taladros, con burden de 0.50 m y 0.70 m y espaciamiento de 0.60 y 0.70 m respectivamente.

La sección de avance en chimeneas y piques será principalmente de 1.20 m x 2.40 m, de doble compartimiento que comprende buzón y camino, donde el número de taladros por frente de acuerdo al estándar de la malla de perforación para tipo de roca mala (IV-A) es de diecinueve (22) taladros, con tres (3) taladros de alivio en arranque. El arranque se realiza principalmente mediante corte quemado, corte cilíndrico y combinados.

3.2.1.2.3. Voladura

La voladura se realizará mediante sistema de iniciación no eléctrico, principalmente utilizando como explosivo la emulsión encartuchada sensibilizada (EMULNOR® 1000 1" x 8" y EMULNOR® 3000 1" x 8"), para el encebado y como columna explosiva, el cual es confinado con el taco inerte mediante la aplicación de detritus de perforación y eventualmente con arcilla. La carga de explosivo varía de acuerdo a la calidad del macizo rocoso y ubicación de los taladros.



Como sistema de iniciación para la voladura se utilizará el detonador no eléctrico (FANEL ® 4,0 m) y el amarre con el cordón detonante (PENTACORD® 3 P). Para detonar el cordón detonante se utiliza el detonador ensamblado (CARMEX® 2.10 m) mediante el chispeo del cordón de ignición (Mecha Rápida Z18) el cual garantizará la seguridad y optimizará la voladura.

La voladura se realizará cumpliendo el siguiente procedimiento de operación:

- Luego de la perforación de los taladros se procede a realizar el pedido de explosivos y accesorios de voladura, haciendo el requerimiento de explosivos, por parte del maestro de la labor, el Ing. Jefe de guardia, el supervisor técnico (capataz) o el Bodeguero, para que el almacenero del polvorín proceda al despacho rellenando el vale de salida de accesorios de voladura y explosivos.
- El maestro hará la limpieza de los taladros, si es necesario verificando si hay roca suelta.
- El ayudante preparará los cebos con punzones de cobre o madera.
- El maestro y ayudante realizarán el carguío de los taladros con explosivo EMULNOR®, de acuerdo al diseño de carguío utilizando atacadores de madera.
- El amarre se hace con el cordón detonante PENTACOR® a los conectores de cada FANEL® que salen de cada taladro, y este debe ser con un ángulo de 90°, luego se hace el amarre al CARMEX® por la parte de los dos fulminantes, de forma segura, además los fulminantes deberán estar emparejados a la hora de envolverlos con el cordón detonante para así evitar fallas en la detonación de los taladros.
- Pasos para la conexión:

- a) Conectar el gancho conector a 90° hacia el cordón detonante.
 - b) Evitar la formación de ángulos cerrados en la conexión del gancho (Conector J) al cordón detonante.
 - c) No tensar en exceso el cordón detonante ni pegar la línea de cordón detonante hacia la roca.
 - d) Verificar la conexión de los ganchos (Conector J), que el tubo de choque tenga contacto con el cordón detonante.
 - e) No hacer demasiado nudo con el cordón detonante al fulminante.
 - f) Evitar rozar el cordón detonante a las mangueras del FANEL® en la boca del taladro.
 - g) Tener una distancia promedio de 1 m del amarre al fulminante al frente.
 - h) Tener en orden la secuencia de salida para realizar el enganche a los conectores J del FANEL®.
 - i) La detonación del fulminante inicial CARMEX® debe estar al aire, evitando la proyección de las partículas al sistema de amarre.
 - j) El CARMEX® será iniciado con mecha rápida.
 - k) Evitar el maltrato (pisoteo, golpes, cortes, etc.) antes y durante el carguío del frente.
- El chispeo se realiza a la hora programada, coordinando la secuencia de labores a disparar, poniendo vigías y bloqueando la labor con el aviso de peligro disparo.
 - Proceder con el chispeo maestro y ayudante, según el horario de chispeo establecido.
 - Reportar actos y condiciones observadas durante su guardia. En la Unidad Operativa se trabajará dos (02)



gdias/día de un (01) disp./gdia, en una jornada de (10-12) hr/gdia, en dos (02) frentes de tajeo por guardia y un (01) frente de avance en preparación, del cual la producción de mineral por día será variable dependiendo de la potencia y continuidad de la estructura. Sin embargo, se estima la producción de mineral por día para declarar en el presente estudio, de acuerdo al planeamiento operacional a mediano plazo.

3.2.1.2.4. Ventilación

En la operación minera se realizará ventilación natural por chimeneas, así como la ventilación mecánica mediante el uso de un ventilador eléctrico de 30 000 CFM con una potencia de 55 KW, acoplada con manga de ventilación de aire de polietileno de 24” de diámetro, que alimentará el aire fresco y limpio a los frentes de trabajo como a las galerías de acceso para evacuar el aire viciado de gases, humos y polvo suspendido; así evitar accidentes por gaseamiento. Todo sistema de ventilación en la actividad minera, en cuanto se refiere a la calidad de aire, debe mantenerse dentro de los límites de exposición ocupacional para agentes químicos de acuerdo al ANEXO 15 del reglamento de seguridad y salud ocupacional D.S. N° 024-2016-EM y su modificatoria, y lo establecido en el Reglamento sobre Valores Limite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo, aprobado por D.S. N° 015-2005-SA.

3.2.1.2.5. Regado y Desatado

Antes de realizar la limpieza del frente de trabajo se tendrá que realizar un buen regado para minimizar la polución y descubrir rocas sueltas, posterior a eso se realizara el desate de rocas sueltas de manera minuciosa entre 02 personas a 45° en posición de cazador, la longitud de las barretillas dependerá de acuerdo a la sección de la labor.



3.2.1.2.6. Limpieza y acarreo

En la U.O. Pampamarquino se busca mecanizar la limpieza y acarreo, es por ello que se plantea implementar el Skips como un sistema de izaje de material, teniendo en cuenta que en la unidad ya se incorporó con equipos Dumper en el NV 4580 que facilitara el acarreo de mineral hacia los echaderos y extracción hacia superficie.

3.2.1.2.7. Sostenimiento

El sostenimiento se realizará de acuerdo a las condiciones geomecánicas, aplicando el principio de labor avanzada, labor sostenida; estos contarán con puntales de línea, puntal de descanso, puntal de avance, (8" de diámetro) cribing, (4" – 5" de diámetro), cuadros de madera y pernos Split set de 3, 4 y 5 ft.

3.2.1.2.8. Horas hombre

Una hora hombre es la cantidad de trabajos hecho por un trabajador en una hora. Diez personas trabajan 8 horas serían 80 horas hombre de trabajo. (Mejías, A. 2018).

En la U.O. Pampamarquino se busca reducir las horas hombre en la actividad de acarreo de mineral, y cumplir en ciclo de minado dentro de las 8 horas efectivas de trabajo.

Para la extracción de mineral con el uso del Skips se estiman los siguientes personales:

- 01 Operador de winche.
- 02 Operadores del equipo Dumper.
- 01 chutero.

La comunicación se efectuará mediante intercomunicadores, contemplando estos parámetros reducirá las horas hombre en la extracción de mineral.

3.2.1.2.9. Producción

La mayoría de producción minera en el país se refiere a minerales metálicos que son comercializados principalmente como materia prima, en forma de concentrados o productos refinados y en contados casos con cierto valor agregado. (**Ministerio de desarrollo Agrario y Riego - 2015**).

El objetivo de la U.O. Pampamarquino es obtener 1500 TMH/mes, con una ley de cabeza de 0.5 onz/ton; para cubrir los gastos directos e indirectos.

3.2.1.3. Equipo de izaje

Se detallará las herramientas y equipos a implementar en el proyecto, la capacidad del equipo estará en función a nuestras necesidades.

3.2.1.3.1. Winche

La variedad de maquinarias de izaje, potencia del motor y necesidad de las operaciones, hacen la selección y elección del tamaño de los sistemas de izaje. Esta elección, facilita que una gran, mediana y pequeña minería y minería artesanal decidan por las soluciones de los problemas de transporte vertical. Lo importante es que, se evita el sobreesfuerzo humano, al utilizar estas maquinarias; que permiten mejorar la productividad y la velocidad de extracción vertical o inclinada. (**Medina, H - 2017**)

3.2.1.3.2. 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.

En otras palabras, 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 (para el arrastre de mineral, se utilizan los winches de rastrillaje).

Equipos similares de izaje son los elevadores eléctricos de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes-grúa y tackles. **(Medina, H - 2017).**

- **Componentes de un winche de izaje**

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

- Tambora (una o dos).
- Motor.
- Sistema de seguridad: Lilly control, frenos, etc.
- Palancas de control.
- Cables.
- Jaula, baldes o skips.
- Poleas.
- Estructura de desplazamiento o Castillo.

Acontinuacion se explica cada uno de los components:



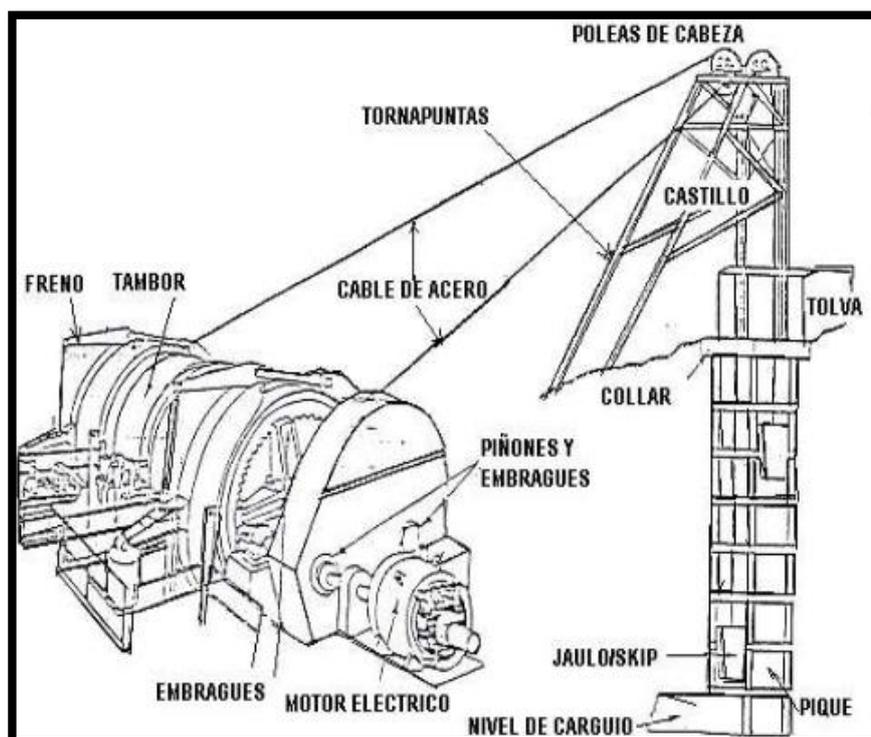


Figura 14 — Componentes de un winche de izaje

Extraído de: Rodríguez, V, E & Subilete, A, R, (2013)

- **Tambora**

- **Tambor cilíndrico:**

En este sistema, uno o dos tambores cilíndricos están fijados sobre un mismo eje y accionados por un motor sea directamente o por medio de engranajes, siendo el sentido de giro de ambos tambores, el mismo. El más simple de los sistemas del winche de una sola tambora.

El winche de dos tamboras con una tambora embragada tiene la ventaja del rápido ajuste de la longitud de los cables. Para asegurar la subida de una jaula o skip durante el descenso de la otra, los cables pasan uno por encima del tambor correspondiente y el otro por debajo de su tambor. En la subida, uno de los cables se enrolla sobre su tambor al mismo tiempo que el otro cable se desenrolla. Para lograr que el cable se enrolle como es debido y sufra lo menos posible, el tambor debe tener un revestimiento de madera

con ranuras en forma de hélice, con separaciones de 3 a 6mm según el grosor del cable, entre vuelta y vuelta.

El diámetro mínimo del tambor debe ser 60 veces el diámetro del cable. El ángulo de desviación lateral del cable entre la polea y el tambor no debe exceder de 1.5 grados desde el centro hacia cada lado; de otra forma el cable no se enrollará regularmente, ya que saltará las ranuras.

Tambor cónico:

Estos aparatos están formados por dos tambores simétricos que trabajan uno enrollando y el otro desenrollando sus cables, con lo que sube y baja respectivamente el vehículo de transporte. Actualmente su uso es raro por los diámetros prohibitivos. Se llegaron a utilizar tambores cónicos de hasta 13m de diámetro. El esfuerzo de tracción disminuye a medida que asciende la jaula o skip, por la disminución del peso del cable.

Tambor bicilindro cónico:

Está constituido de 2 tamboras que a su vez cuentan con 2 partes cónicas y 1 cilíndrica cada una. Mientras que en uno de los tambores el cable de a jaula o skip al subir se enrolla sobre la porción cilíndrica de menor diámetro, pasando a la parte cónica y finalmente a la cilíndrica de mayor diámetro, en el otro tambor sucede lo contrario pequeño. Su uso es cada vez menor.

- **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:**

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.

- **Palancas de control:**

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

- **Cables**

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 skips 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.



Figura 15 — Profundización del PQ 4580

Tipos de Cable

De acuerdo a su torcido pueden ser:

- Regular
- Tipo Lang.
- **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 si mismo.

Estructura de los cables:

Los cables se componen de:

- Núcleo o alma.
- Torones.

Sistema de I

Núcleo o alma

El alma del cable sirve como soporte a los torones que están enrollados a su alrededor.

El alma se fabrica de diversos materiales, dependiendo del trabajo al cual se va a destinar el cable, siendo lo más usual el de alambre de acero o el alma de torón que está formado, como su nombre lo indica, por un torón igual a los demás que componen el cable; hay alma de fibra que puede ser de fibras vegetales o fibras sintéticas.



El alma de acero se utiliza para zonas donde el cable este sujeto a severos aplastamientos o cuando el cable trabaja en lugares donde existen temperaturas muy elevadas que ocasionen que el alma de fibra se dañe con el calor. También este tipo de alma proporciona una resistencia adicional a la ruptura, de aproximadamente un 10%, dependiendo de la construcción del cable.

- **Torones o Cordones**

Un cable está formado por un conjunto de torones o enrollados. Cada torón, está formado por un conjunto de hilos.

La mayoría de hilos utilizados en la construcción de cables son redondos y de diámetro comprendido corrientemente entre 2 y 3 mm. El alma de acero se utiliza para zonas donde el cable está sujeto a severas aplastamientos o cuando el cable trabaja en lugares donde existen temperaturas muy elevadas que ocasionen que el alma de fibra se dañe con el calor. También este tipo de alma proporciona una resistencia adicional a la ruptura, de aproximadamente un 10%, dependiendo de la construcción del cable.

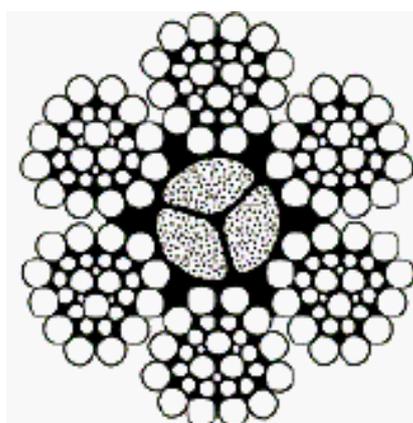


Figura 16 — Torones, componente de un cable de acero

Extraído de: Compumet EIRL

- **Jaula, baldes o skips**

Es donde se almacena el mineral y/o desmonte, en el cual se transporta mediante el riel a lo largo del pique, hasta llegar al punto del echadero.

- **Poleas**

Es una rueda acanalada que gira alrededor de un eje central por el que pasa el cable en cuyos extremos se encuentra la jaula o skips (resistencia) y en la otra el winche o tambora (potencia).

Las poleas se pueden construir de 3 formas:

- Por fundición.
- Por acero moldeado
- Por construcción soldada.

Componentes del Sistema de Izaje, las poleas soldadas son menos pesadas y las más resistentes y son las más empleadas en la construcción de piques. La polea de izaje debe ser hecha y mantenida para acomodar adecuadamente el cable. El diámetro de la polea está establecido por reglas de seguridad para piques.

- **Estructura de desplazamiento o Castillo**

Es la cúspide de la estructura del pique donde se encuentra la polea que dirige el movimiento del cable. Es una estructura vertical que se levanta por encima del collar del pique. De la cúspide de la torre o del castillo baja una estructura inclinada que sirve de sostén a toda la torre y contrarresta la tensión de los cables.

La torre vertical y la estructura inclinada son las partes fundamentales del castillo y soportan en su cima la caseta de las poleas. La estructura del castillo puede ser de madera o de acero y se debe construir respetando el reglamento de



seguridad existente, hay una escalera de servicio que sube a lo largo del pique. Junto al pique hay una tolva donde se descarga el mineral para luego transportarse a la planta concentradora.

Tipos de winche de izaje

- Winches de tamboras.
- Winches de fricción.

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, skips o jaula, pique, tolva de carga de material.

El más simple de los sistemas de este tipo es del winche de una sola tambora. Como un winche de servicio o producción, con jaulas o skips en balancín con uncontrapeso; 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.

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, skips 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, skips o jaulas es compensado por otro de éstos que desciende, pero vacío por el otro compartimiento

Los Pequeños Productores Mineros y Mineros Artesanales, utilizan winches de izaje de tamboras, por ser maquinarias que se adaptan a su infraestructura y requerimientos de izaje. **(Medina, H - 2017).**

El winche que se implemento en la U.O. Pampamarquino – Zona Arnaldo es de capacidad de 3 Ton, mayor capacidad al sistema de izaje del PQ 4550.

3.2.1.3.3. Equipo Skips

Es uno de los componentes esenciales del sistema de izaje; las jaulas, baldes y Skips, cumplen la función de transportar en su interior al personal y/o mineral según los requerimientos de producción, respetando las condiciones establecidas en el reglamento de seguridad minera. **(Loyola Mallaqui – 2013 con la tesis “Construcción del pique158E para la optimización del laboreo minero en la Unidad de Paula – CEDEMIN S.A.C.”)**

Algunos Skips cuentan con un piso superior para el transporte de personal y materiales. El peso muerto del Skips (PMS) está en relación a la carga útil del Skips (PM)

$$PMS= (0.6 - 1.0) PM$$



Partes principales de Skips:

- Recipiente rectangular.
- Tapa.
- Aparato de suspensión.
- Eje.
- Eje desplazable del centro de gravedad.
- Eje interior del marco.
- Rodillos de recipiente.
- Topes triangulares.
- Cerrojos automáticos.
- Rodillos entre recipiente y marco.

(Fernández Huichi – 2017, con la tesis “Implementación del skip con guideras de madera para la profundización del pique inclinado 90 E incremento de extracción de mineral en minera la española S.A.”

Se construyo o fabrico un skips de planchas metálicas con sus rodamientos respectivos a base de soldadura.

3.2.1.3.4. Capacidad

La capacidad del Skips, de acuerdo a las dimensiones y la densidad de mineral se estiman ½ tonelada por viaje del Skips. Los resultados se presentarán en la hoja de cálculos respecto a los modelos matemáticos.

3.2.1.3.5. Tiempo

El control de tiempos básicamente se enfocará en la extracción del mineral una vez implementado el izaje con Skips, los parámetros a tomar serán lo siguiente:

- Descender el Skips.
- Ascender el Skips con carga.
- Chutear al Skips.
- Tolveo del Skips al echadero.



Se estima extraer el mineral en un tiempo de 15 – 20 min por viaje de Skips. Los resultados se mostrarán en la hoja de calculos.

3.2.1.3.6. Velocidad

De acuerdo a las especificaciones técnicas del Winche eléctrico de 3 Ton modelo WGR3V, la velocidad varia de 0 – 30 m/min, la velocidad real se calculará una vez implementada el Skips, y de acuerdo la cantidad de tonelada extraída se graduará la velocidad. Los resultados se mostrarán en la hoja de cálculos.

3.2.1.3.7. Seguridad en equipos suspendidos

- 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 reemplazado 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.
- No está permitido llevar material y personal juntos en una misma jaula.
- 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 órdenes. La comunicación entre el Timbrero y el Winchero debe ser clara y precisa, en cumplimiento del ESTANDAR, 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 Aestado 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. (Medina, H - 2017).

En la U.O. Pampamarquino se implementará un monitor para el operador del Skip, cámaras por todo el trayecto del Pique Zona Arnaldo, intercomunicador entre el personal de chuteo y operador y sistema de alarmas.

3.2.2. Optimizar los costos operativos

Al implementar el izaje de mineral con Skips se optimizará los costos operativos, porque esto ayudara a que las horas hombre enfocado en la actividad de acarreo y extracción de mineral disminuirán considerablemente.

En el transcurso del tiempo, la unidad minera ira desarrollando e innovando métodos para seguir optimizando los costos operativos.

3.2.2.1. Rendimientos operativos

Ejecutando el izaje de mineral con Skips, se realizar un cuadro comparativo del costo operativo del antes y después de implementar el sistema de izaje con Skips, por ello se detallarán los siguientes parámetros:



3.2.2.1.1. Eficiencia del personal

En economía, la eficiencia es la cantidad mínima de inputs (horas-hombre, capital invertido, materias primas, etc.) para obtener un nivel dado de outputs (ganancias, objetivos cumplidos, productos, etc.). (Manene Cerrageria – 2013).

Se quiere lograr que el personal que trabaja en interior mina logre los objetivos con la ayuda de la implementación de los sistemas de izaje y el método de explotación.

A través de esta implementación la U.O. Pampamarquino busca eliminar el izaje manual y el acarreo en carretillas, que en un futuro el personal sufrirá enfermedades ocupacionales.

3.2.2.1.2. Eficiencia del equipo

La eficiencia del equipo se determinará respecto a las toneladas extraídas por viaje del Skips, para ello se harán cálculos matemáticos al extraer el material considerando las dimensiones del equipo y la densidad del material extraído hacia la tolva superior.

3.2.2.1.3. Tiempo de ciclo

Una vez implementado el skips se controlará los tiempos considerando los siguientes parámetros:

- Tiempo de chuteo de mineral hacia el skips.
- Tiempo de ascender el skips con material.
- Tiempo de tolveo hacia el echadero.
- Tiempo de descender el skips hacia los Pocket.

A través del sistema de izaje con skips se lograra optimizar el tiempo de extracción del mineral, del interior de la mina a superficie.



3.2.2.1.4. Productividad

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos. La productividad en las máquinas y equipos está dada como parte de sus características técnicas. No así con el recurso humano o los trabajadores. Deben de considerarse factores que influyen. **(Laura Lazo – 2015, con la tesis ·Implementación del método corte y relleno ascendente semimecanizado para mejorar la productividad en mina Julcani, compañía de Minas Buenaventura S.A.A.**

3.2.2.2. Valorización operacional

Culminado la ejecución del proyecto se realizará la valorización de todas las actividades ejecutadas, también se hará un cuadro comparativo respecto al costo de extracción del mineral el antes y después de la implementación del izaje de mineral con Skips.

3.2.2.2.1. Costos unitarios

El Costo Unitario, es la cantidad que le cuesta a una compañía producir un producto. Este se adquiere al calcular, todos los costos de producción, como Costos Fijos (CF), Costos Variables (CV), y Costos en Gastos de Administración y Ventas (GAV). Es el costo que no tiene agregados porcentajes de utilidades, costos de impuestos ni



cualquier costo adicional que no sea el de la producción misma.

Página Web 2

<https://www.evidencetec.com/recursos/conocimiento/que-es-el-costo-unitario-de-produccion?lang=es>

3.2.2.2.2. Costos operativos

Los costos operativos son aquellos en los que se incurre por realizar la principal actividad productiva del negocio y que permiten mantenerlo en funcionamiento. Se calculan de la siguiente manera:

Costos operativos= Gastos Operativos (OPEX) + Costo de Bienes Vendidos (COGS). (**Artículo colaborador de Docusing - 2022**).

- **Gastos operativos**

Los gastos operativos o de explotación (OPEX) se realizan de forma continua y están asociados al funcionamiento del negocio. Incluyen:

- El pago de la renta.
 - La nómina.
 - La adquisición de materia prima.
 - Gastos de servicios.
 - Pagos a aseguradoras.
 - Gastos de oficinas.
 - Entre otros.
- **Costo de bienes vendidos**

Es el costo total en el que incurre la empresa para fabricar o vender el producto o servicio en cuestión. Incluye el costo de los materiales y el costo de mano de obra directa. (**Artículo colaborador de Docusing - 2022**).



- **Tipos de costos operativos**

En líneas generales existen 2 tipos de costos operativos: fijos y variables. (**Artículo colaborador de Docusing - 2022**).

Los costos operativos fijos, son aquellos que no cambian sin importar el nivel de producción de la empresa. Un ejemplo es el alquiler de las oficinas. (**Artículo colaborador de Docusing - 2022**).

Los costos operativos variables, como su nombre lo indica, cambian en función de la producción de la empresa. Por ejemplo, en épocas de alta demanda productiva, el sueldo a los empleados puede aumentar si laboran horas extra a la semana. (**Artículo colaborador de Docusing - 2022**).

3.2.2.2.3. Costos adicionales

Se calculará los gastos respecto al consumo de alimentos durante la operación y la comercialización de mineral en las plantas de tratamiento.

3.2.3. Cálculo y procedimientos de costos operativos al implementar el skips en el PQ 4580

En la U.O. Pampamarquino se realizan trabajos en doble turno “día y noche”, el ingreso a mina a las 8:00 a.m. y 8:00 p.m. las horas efectivas de trabajo son de 7h aproximadamente, el horario de voladura es a las 6:00 a.m. y 6:00 p.m. que son autorizados por el supervisor de primera línea.

Para la implementación del Skips, primero se ejecutó el PQ 4580 que corresponde del NV 4580 a NV 4510, considerando una inclinación de 70° y siendo un pique de doble compartimiento “camino y buzón”, se realiza sostenimientos considerando el aspecto geomecánico. Se realiza cálculos correspondientes respecto a cada actividad que se ejecuta durante el sistema de izaje con Skips.



Cálculo de número de taladros – PQ 4580:

$$Nt = \frac{P}{C} + KS$$

Donde:

P: Perímetro de la sección

C: Distancia entre taladros

S: Área del frente de perforación

K: Coeficiente de la roca

Tabla 4 — Cuadro de coeficiente de roca, según al tipo

Tipo de roca	Distancia entre taladros "C" en metros	Coeficiente de roca "K"
Dura	0.50 a 0.55	2
Semidura	0.60 a 0.65	1.5
Blanda	0.70 a 0.75	1

Extraído de: Exsa, (4ta Edición), “Manual practico de voladura”

3.2.3.1. Cálculo del perímetro:

$$P = 2(A + B)$$

Donde:

A: Ancho del pique = 1.2 + 0.36 (considerando los puntales de cribing)
= 1.56

B: Altura del pique = 2.4+0.4= 2.8

Se considerará el diámetro de los puntales de descanso y avance que es equivalente a 8” o 20 cm.

$$P = 2(1.56 + 2.8)$$



$$P = 8.72m$$

3.2.3.2. Cálculo del área de frente de perforación:

$$S = 1.56 * 2.8$$

$$S = 4.37m^2$$

3.2.3.3. Para el cálculo de número de taladros se tiene:

$$Nt = \frac{8.72}{0.6} + 1.5(4.37)$$

$$Nt = 21.088 = 22 \text{ tal}$$

3.2.3.4. Diseño de malla de perforación – PQ 4580

En el trazo del diseño de malla se pinta dejando una diferencia de 10 cm respecto al contorno de la sección, el tipo de roca es intermedia, lo que quiere decir que se presentan roca regular a roca mala, los 10 cm de diferencia es para evitar la sobre rotura.

En la sección de la labor se perforan 22 taladros y solo son cargados 19 taladros, donde para el encebado se utilizan emulnor de 3000 y la columna de carga se utiliza emulnor de 1000

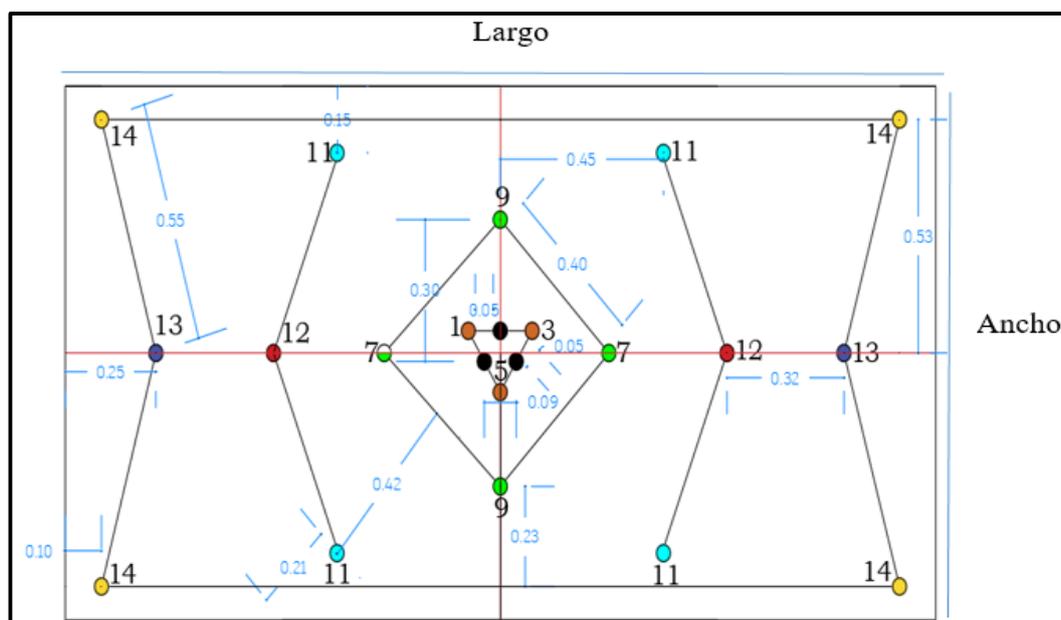


Figura 17 — Diseño de malla para el PQ 4580

Extraído de: Elaboración Propia

Tabla 5 — Cuadro de métodos de distribución de taladros

Taladros perforados	22	BARRENO DE 3FT	
Taladros cargados	19	2,4 FT DE EFICIENCIA	
Descripción	Nº tal	E 1000	E 3000
Recorte	0		
Alivio	3		
Arranque	3	2	1
Ayudas	4	2	1
Cuadrador 1	4	2	1
Cuadrador 2	2	2	1
Desbrose	0		
Ayuda hastial	2	2	1
Hastiales	4	2	1
Ayuda corona	0		
Corona	0		
Ayuda Piso	0		
Piso	0		
Total de cartuchos		38	19
Nº de bolsas		0	0
Nª de cartuchos		38	19

3.2.3.5. Consumo de explosivo por disparo en kg

Para la voladura se utiliza 19 UND de cartuchos de emulnor 3000 y 38 UND de cartuchos de emulnor 1000.

$$\text{Emulnor "Kg"} = \frac{19 \text{ cart}}{\text{Emul-3000}} * \frac{0.109 \text{ kg}}{1 \text{ Cart}} + \frac{38 \text{ Cart}}{\text{Emul-1000}} * \frac{0.108 \text{ Kg}}{1 \text{ Cart}} = 6.175 \text{ Kg}$$

$$\text{Emulnor "kg"} = 6.175 \text{ Kg/Disparo}$$

Teniendo todos los datos calculados se determinará lo siguiente:

3.2.3.5.1. Factor de carga (Kg/m³)

$$\text{F.C} = \frac{\text{Peso de explosivo/Disparo}}{\text{Volumen insitu roto}}$$



$$F.C = \frac{6.175 \text{ Kg/Disparo}}{2.49 \text{ m}^3 / \text{Disparo}}$$

$$F.C = 2.48 \text{ Kg/ m}^3$$

3.2.3.5.2. Factor de linea (Kg/ ml)

$$F.L = \frac{\text{Peso de explosivo/Disparo}}{\text{Avance}}$$

$$F.L = \frac{6.175 \text{ Kg/Disparo}}{0.74 \text{ m /Disparo}}$$

$$F.L = 8.34 \text{ Kg/ ml}$$

3.2.3.6. Eficiencia de avance por guardia

La longitud de barreno utilizado para la perforación del PQ 4580 es de 3 ft, la eficiencia de perforación insitu es de 2.4 ft, por lo tanto, el avance por guardia es de 0.74m, a continuación, se detalla los cálculos matemáticos.

$$\text{Avance/Guardia} = \text{Log. Barreno} * \text{Eff.Perf.} * \text{Eff.Vol.}$$

$$\text{Avance/Guardia} = 3 \text{ ft} * 0.9 * 0.9 = 2.43 \text{ ft.}$$

$$\text{Avance/Guardia} = \frac{2.43 \text{ ft}}{\text{disparo}} * \frac{0.3048 \text{ m}}{1 \text{ ft}} = 0.74 \text{ m/disparo}$$

$$\text{Avance/Guardia} = 0.74 \text{ m/disparo}$$

3.2.3.7. Volumen insitu de roca(m³)

$$\text{Vol. Insitu} = 3.36 \text{ m}^2 * 0.74 \text{ m} = 2.49 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Insitu} = 2.49 \text{ m}^3 / \text{Disparo}$$

3.2.3.8. Valorización del proyecto del PQ – 4580

Para el precio unitario por metro lineal del pique se consideraron varios factores como: costo directo que abarca mano de obra, aceros de perforacion, materiales y equipos, y costo indirecto que abarca los explosivos y accesorio de voladura, y combustible.

El costo del proyecto pique es de S/. 279,315.90 sin considerar los trabajos de madera.



Tabla 6 — Presupuesto total de la ejecución PQ - 4580

COSTO POR LA CONSTRUCCION DEL PIQUE - 4580						
NIVEL	LABOR	SECCION	ETAPA	PROYECTO (m)	P.U S/.	PROPUESTA TOTAL S/.
4580	PQ 4580	2,4*1,2	EJECUCION	90	S/ 3.103,51	S/ 279.315,90

Tabla 7 — Presupuesto total de la ejecución PQ – 4580

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA UTIL	PARCIAL S/.	TOTAL S/./Unid de obra
PARTIDA : PIQUE 2.4X1.2 Rendimiento : 0,73 2,400 mt : pie DIMENSIONES : 2,80 X 1,2 Longitud barra: 0,914 3,000 mt : pie UNIDAD DE MEDIDA : ML Longitud efectiva: 0,732 2,400 mt : pie ELABORADO POR : PEPAS DE ORO Eficiencia voladura: 90% % UNIDAD DE PRODUCCION : PAMPAMARQUINO No taladros perforados : 22,00 tal / frente TIPO DE MATERIAL: DESMONTE No taladros disparados : 19,00 tal / frente DUREZA MATERIAL: REGULAR-MEDIO Volumen calculado : 2,21 m3 / disparo INCLUYE : CACHO DE TORO Volumen roto : 2,45 m3 / disparo Tonelaje roto: 5,88 ton / disparo Factor de carga: 2,48 Kg / m3 winchw-skip 3,58 ton / hr Velocidad de perforacion: mt / hr Horas por guardia : 10,70 Hr / guardia Densidad del material : 2,40 ton / m3						
1. COSTO DIRECTO						
1,1 Mano de obra						
Capataz	Tarea	0,200	23,28	10,70	49,82	
Perforista	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
Operario servicios	Tarea	0,250	23,28	10,70	62,27	
Ayudante perforista	Tarea	5,000	23,28	10,70	1.245,48	
Bodeguero	Tarea	0,250	23,28	10,70	62,27	
MECANICO OP COMPRESORA	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
		7,700			1.918,04	2.627,45
1,2 Aceros de perforacion						
Barra conica 4	p.p.	88,000	234,88	600	34,45	
Barra conica 6	p.p.	44,000	295,54	600	21,67	
Broca descartable 41mm	p.p.	66,000	86,89	250	22,94	
					79,06	108,30
Materiales varios						
Manguera 1"	ML	100,000	10,85	360	3,01	
Manguera 1/2"	ML	50,000	5,31	360	0,74	
SOGA DE CABO MANILA DE 1'	KG	0,500	16,80	1	8,40	
SOGA DE NYLON DE 1/2'	KG	0,500	24,21	1	12,11	
Aceite para perforacion	GLN	1	24,56	30	0,82	
					25,08	34,36
1,3 Equipos						
DAMPER 1T/N SIN OPERADOR	HM	1,000	0,5000	188,72	94,36	
Perforacion por pie	PP		90,4110	0,38	34,36	
Herramientas	% MO		5,0000	2.627,45	131,37	
Implementos de seguridad	% MO		0,0000	0,00	0,00	
					260,09	260,09
Total de Costo Directo						3.030,20
2. COSTO INDIRECTO						
GASTOS GENERALES						
UTILIDADES						
2,1 Explosivos y Accesorios de Voladura (*)						
CARMEX 8PIES	UND	2	8,0		16,00	
EXPLOSIVO	KG	6,175	9,3		57,18	
FANEL	KG	19	4,5		85,50	
PENTACORD	UND				-	
MECHA RAPIDA	ML	0,5	0,3		0,13	
2,2 Combustibles (*)						
Petroleo	GAL		0,0000	10,93	-	73,31
Total de Costo Indirecto						73,31
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA						3.103,51

Extraído de: Elaboración por la Empresa Pepas de Oro



3.2.3.9. Cálculo de trabajo de madera durante la ejecución del PQ – 4580

Respecto al tipo de roca “Roca Intermedia – Mala”, en la ejecución del Pique se colocarán puntales de avance de 8” a 1.5m con patillas de 40 cm y trabajos de cribing con puntales de (5 – 6)”, longitud total del pique es de 90m.

3.2.3.9.1. Puntales de avance:

Primero se colocaron los puntales de boca respetando la seccion de 2.4*1.2, debido a que la roca es de tipo regular los siguientes puntales de descanso, puntales de linea y puntales de avance se colocan a una distancia de 1.5m luz de puntal a puntal “vertical” y son colocadas perpendicular caja a caja, en cuanto a la profundidad de las patillas depende de la calidad de roca en la caja piso y techo.

La cantidad de puntales se determina respecto al proyecto del pique de 90m.

Nº de puntales por tramo = 03 UND

Nº de tramos respecto a la longitud total = 34

Nº total de puntales de avance = $34 * 3 = 102$ UND

Nº total de puntales de avance = 102 UND

Tabla 8 — Presupuesto total en el colocado de puntales del PQ - 4580

COSTO TOTAL DE COLOCADO DE PUNTALES		
Nº DE PUNTALES	P.U	PROPUESTA TOTAL
102	237,12	S/ 24.186,24

3.2.3.9.2. Cribing

Para los trabajos de cribing, se realizan con puntales de 6” y los destajes son de 5 cm de profundidad y 15 cm de largo “de acuerdo al diametro del puntal”, para el armado se require clavo de 6”. Para la cantidad de piezas se calcula respecto al proyecto del pique.



Nº de vueltas de cribing colocados de puntal a puntal = 05 vueltas

Nº de tramos = 34

Nº total de vueltas de cribing colocados = 170 vueltas

Nº de Pza. = 3400 Pza

Tabla 9 — Presupuesto total en los trabajos de cribing del PQ - 4580

COSTO TOTAL DE CRIBING		
Nº DE CRIBING	P.U	PROPUESTA TOTAL
3400	84,47	S/ 287.198,00

3.2.3.9.3. Cuadro base

Durante la ejecución del pique se tuvo 03 niveles principales (4550, 4525 y 4510) por lo tanto se colocaron 03 cuadro base con sección de $(1.6*2) m^2$ en cada nivel respectivamente.

En el armado de cuadro de madera se utiliza puntales de 8” para los postes y sombrero y para el tirante son bolillos de 4”, considerando la sección de $(1.6*2) m^2$ la distancia de 1.6m se considera de gradiente a gradiente.

De acuerdo al precio unitario que se tiene en la U.O. Pampamarquino se tiene lo siguiente:

Tabla 10 — Presupuesto total, armado de cuadro de madera

COSTO TOTAL DE SOSTENIMIENTO CON CUADRO		
Nº DE CUADROS	P.U	PROPUESTA TOTAL
3	1627,79	S/ 4.883,37

3.2.3.9.4. Durmientes

Los puntales son de 7” con destaje trapezoidales $(15*8*5)$ cm

Nº de durmientes = 34 UND

Tabla 11 — Presupuesto total de colocado de durmientes en el PQ 4580

COSTO TOTAL DE DURMIENTE		
Nº DE DURMIENTES	P.U	PROPUESTA TOTAL
34	360,24	S/ 12.248,16

3.2.3.9.5. Tablones – riel:

Los tablones son de (2’’*4’’*10’)

Nº de tablones por tramo = 02 UND

Nº de tramos = 17

Nº total de tablones = 2*17 = 34

Nº total de tablones = 34 UND

**Figura 18** — Personal sacando el eje para prologar el riel en el PQ 4580**Tabla 12** — Presupuesto total de colocado de rieles en el PQ 4580

COSTO TOTAL DE RIELES		
Nº DE RIELES	P.U	PROPUESTA TOTAL
34	538,36	S/ 18.304,24

Tabla 13 — Precio unitario por puntal de avance

SUB PARTIDA :	PUNTAL AVANCE / LINEA	Rendimiento :	3,00	UND		
DIMENSIONES :	LONG. HASTA 1.2M	Longitud barra:		mt : pie		
UNIDAD DE MEDIDA :	UND	Longitud efectiva:		mt : pie		
ELABORADO POR :	PEPAS DE ORO	Eficiencia voladura:		%		
UNIDAD DE PRODUCCION :	PAMPAMARQUINO	No taladros perforados :		tal / frente		
TIPO DE MATERIAL:	DESMONTE	No taladros disparados :		tal / frente		
DUREZA MATERIAL:	REGULAR-MEDIO	Volumen calculado :		m3 / disparo		
		Volumen roto :		m3 / disparo		
		Tonelaje roto:		ton / disparo		
		Factor de potencia:		Kg / m3		
		Rendimiento scoop:		ton / hr		
		Velocidad de perforacion:		mt / hr		
		Horas por guardia :	10,70	Hr / guardia		
		Densidad del material :		ton / m3		
APROBADO POR :						
DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO	VIDA	PARCIAL	TOTAL
			UNITARIO	UTIL	S/.	S/./Unid de obra
1. COSTO DIRECTO						
1,1 Mano de Obra						
Capataz	Tarea	0,200	23,28	10,70	49,82	
Perforista	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
Ayudante perforista	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
		2,200			548,02	182,67
1,2 Materiales varios						
Punta Patilladora	UND	1,000	81,48	1	81,48	
Puntales	UND	1	24,5000	1,00	24,50	
					105,98	35,33
1,3 Equipos						
Patilladora	PP	0,2	0,7133	14,00	9,99	
Scoop 4yd3 sin operador	HM		0,0000	0,00	-	
Herramientas	% MO		5,0000	182,67	9,13	
Implementos de seguridad	% MO		0,0000	0,00	0,00	
					19,12	19,12
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA						237,12

Extraído de: Elaboración por la Empresa Pepas de Oro

Tabla 14 — Precio unitario por pieza – cribing

PARTIDA :	ENCRIBADO PIQUE VUELTA	Rendimiento :	8,00	Pza: Gdia
DIMENSIONES :	1.2x2,4	Longitud barra:		m : pie
UNIDAD DE MEDIDA :	PZA	Longitud efectiva:		m : pie
ELABORADO POR :	PEPAS DE ORO	Eficiencia voladura:		%
UNIDAD DE PRODUCCION :	PAMPAMARQUINO	No taladros perforados :		tal / frente
TIPO DE MATERIAL:	DESMONTE	No taladros disparados :		tal / frente
DUREZA MATERIAL:	REGULAR	Volumen calculado :		m3 / disparo
		Volumen roto :		m3 / disparo
		Factor de potencia:		Kg / m3
		Horas por guardia :	10,70	Hr / guardia
		Densidad del material :		ton / m3

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA	PARCIAL	TOTAL
				UTIL	S/.	S/./Unid de obra
1. COSTO DIRECTO						
1,1 Mano de Obra						
Capataz	Tarea	0,1	23,28	10,70	24,91	
Maestro	Tarea	1	23,28	10,70	249,10	
Ayudante	Tarea	1	23,28	10,70	249,10	
		2,100			523,11	65,39
1,2 Materiales varios						
Puntal de madera	UND	1,000	22,0000		22,00	
Clavos	UND	2,000	3,60	1	7,20	
					29,20	3,65
Equipos						
Motosierra	H-M	0,300	0,4013	14,00	5,62	
Scoop 4yd3 sin operador	H-M	0,000	0,0000	0,00	-	
Herramientas	% MO		5,0000	65,39	3,27	
Implementos de seguridad	% MO		10,0000	65,39	6,54	
					15,43	15,43
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA						84,47

Extraido de: Empresa Pepas de Oro

Tabla 15 — Precio unitario de armado de cuadro de madera

PARTIDA :	CUADRO DE MADERA 1,6X2M	Rendimiento :	1,00	UND		
DIMENSIONES :	1,6X2M	Longitud barra:		mt : pie		
UNIDAD DE MEDIDA :	UND	Longitud efectiva:		mt : pie		
ELABORADO POR :	PEPAS DE ORO	Eficiencia voladura:		%		
UNIDAD DE PRODUCCION :	PAMPAMARQUINO	No taladros perforados :		tal / frente		
TIPO DE MATERIAL:	DESMONTE	No taladros disparados :		tal / frente		
DUREZA MATERIAL:	REGULAR-MEDIO	Volumen calculado :		m3 / disparo		
		Volumen roto :		m3 / disparo		
		Tonelaje roto:		ton / disparo		
		Factor de potencia:		Kg / m3		
		Rendimiento scoop:		ton / hr		
		Velocidad de perforacion:		mt / hr		
		Horas por guardia :	10,70	Hr / guardia		
		Densidad del material :		ton / m3		
DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA UTIL	PARCIAL S/.	TOTAL S/. /Unid de obra
1. COSTO DIRECTO						
1,1 Mano de Obra						
Capataz	Tarea	0,200	23,28	10,70	49,82	
Perforista	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
Operario Servicios	Tarea	0,250	23,28	10,70	62,27	
Ayudante perforista	Tarea	2,000	23,28	10,70	498,19	
Bodeguero	Tarea	0,250	23,28	10,70	62,27	
		3,700			921,65	921,65
1,2 Materiales						
PUNTA PATILLADORA	Und	1,000	81,48	24	3,39	
MANGUERA 1"	ml	50,000	10,85	360	1,51	
MANGUERA 1/2"	ml	50,000	5,31	360	0,74	
PUNTALES	Und	3,000	24,50		73,50	
CLAVOS	Kg	1,500	3,60	1	5,40	
ACEITE PARA PERFORACION	Gln	1	24,56	30	0,82	
					85,36	85,36
1,3 Equipos						
Patilladora	PP	0,2	2,1400	14,00	29,96	
Scoop 4yd3 sin operador	HM		0,0000	0,00	-	
Motosierra	HM	0,35	3,7450	14,00	52,43	
Herramientas	% MO		5,0000	921,65	46,08	
Implementos de seguridad	% MO		0,0000	921,65	-	
					128,47	128,47
1,4 Sub Analisis (Costo Directo. Ver Sub Partida)						
Enrajado (Mano de obra, materiales y equipos)			9,0000	26,46	238,18	
Encribado (Mano de obra, materiales y equipos)			6,0000	42,36	254,13	492,31
Total de Costo Directo						1.627,79
Total de Costo Indirecto						-
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA						1.627,79

Extraído de: Elaboración por la Empresa Pepas de Oro

Tabla 16 — Precio unitario por colocado de durmiente

SUB PARTIDA :	COLOCADO DE DURMIENTES	Rendimiento :	3,00	UND
DIMENSIONES :	DURMIENTES	Longitud barra:		mt : pie
UNIDAD DE MEDIDA :	UND	Longitud efectiva:		mt : pie
ELABORADO POR :	PEPAS DE ORO	Eficiencia voladura:		%
UNIDAD DE PRODUCCION :	PAMPAMARQUINO	No taladros perforados :		tal / frente
TIPO DE MATERIAL:	DESMONTE	No taladros disparados :		tal / frente
DUREZA MATERIAL:	REGULAR-MEDIO	Volumen calculado :		m3 / disparo
		Volumen roto :		m3 / disparo
		Tonelaje roto:		ton / disparo
		Factor de potencia:		Kg / m3
		Rendimiento scoop:		ton / hr
		Velocidad de perforacion:		mt / hr
		Horas por guardia :	10,70	Hr / guardia
		Densidad del material :		ton / m3

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA	PARCIAL	TOTAL
				UTIL	S/.	S/. /Unid de obra
1. COSTO DIRECTO						
1,1 Mano de Obra						
Capataz	Tarea	0,200	23,28	10,70	49,82	
Perforista	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
Operario servicios	Tarea	0,250	23,28	10,70	62,27	
Ayudante perforista	Tarea	2,000	23,28	10,70	498,19	
		3,450			859,38	286,46
1,2 Materiales						
CLAVOS	KG	5,000	3,60	1	18,00	
PUNTAL	UND	1	22,0000		22,00	
					40,00	13,33
1,3 Equipos						
MOTOSIERRA	HM	0,35	1,2483	14,00	17,48	
Herramientas	% MO		5,0000	286,46	14,32	
Implementos de seguridad	% MO		10,0000	286,46	28,65	
					60,45	60,45
Total de Costo Directo						360,24
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA						360,24

Extraído de: Elaboración por la Empresa Pepas de Oro

Tabla 17 — Precio unitario por colocado de riel

SUB PARTIDA :	COLOCADO DE RIELES	Rendimiento :	2,00	UND
DIMENSIONES :	COLOCADO DE RIELES	Longitud barra:		mt : pie
UNIDAD DE MEDIDA :	UND	Longitud efectiva:		mt : pie
ELABORADO POR :	PEPAS DE ORO	Eficiencia voladura:		%
UNIDAD DE PRODUCCION :	PAMPAMARQUINO	No taladros perforados :		tal / frente
TIPO DE MATERIAL:	DESMONTE	No taladros disparados :		tal / frente
DUREZA MATERIAL:	REGULAR-MEDIO	Volumen calculado :		m3 / disparo
		Volumen roto :		m3 / disparo
		Tonelaje roto:		ton / disparo
		Factor de potencia:		Kg / m3
		Rendimiento scoop:		ton / hr
		Velocidad de perforacion:		mt / hr
		Horas por guardia :	10,70	Hr / guardia
		Densidad del material :		ton / m3

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA	PARCIAL	TOTAL
				UTIL	S/.	S/./Unid de obra
1. COSTO DIRECTO						
1,1 Mano de Obra						
Capataz	Tarea	0,200	23,28	10,70	49,82	
Perforista	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
Operario servicios	Tarea	0,250	23,28	10,70	62,27	
Ayudante perforista	Tarea	2,000	23,28	10,70	498,19	
		3,450			859,38	429,69
1,2 Materiales						
CLAVOS	kg	5,000	3,60	1	18,00	
MADERA	Und	1		1,00	18,00	
					36,00	18,00
1,3 Equipos						
Motosierra	HM	0,35	1,8725	14,00	26,22	
Herramientas	% MO		5,0000	429,69	21,48	
Implementos de seguridad	% MO		10,0000	429,69	42,97	
					90,67	90,67
Total de Costo Directo						538,36
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA						538,36

Extraído de: Elaboración por la Empresa Pepas de Oro

3.2.3.10. Cálculos de izaje

3.2.3.10.1. Dimensiones del Skips

$$A = 0.9\text{m}$$

$$L = 0.85\text{m}$$

$$H = 1.30\text{m}$$

$$\text{Volumen del Skips} = (0.9 \cdot 0.85 \cdot 1.30)\text{m}^3$$

$$\text{Volumen del Skips} = 0.994 \text{ m}^3$$

3.2.3.10.2. Tonelada por viaje de Skips

Para determinar las toneladas métricas por izaje se tendrá el peso específico de mineral de $2.4 \text{ TM}/\text{m}^3$

Extracción de mineral/ Skips = Volumen del Skips * Peso específico * Factor de Esponjamiento.

$$\text{Extracción de mineral/ Skips} = 0.994 \text{ m}^3 * 2.4 \text{ TM}/\text{m}^3 * 30\%$$

$$\text{Extracción de mineral/ Skips} = 0.715 \text{ TM}$$

3.2.3.10.3. Hallando el peso del cable

Longitud total del cable

$$\text{Distancia de tambora a la polea} = 5.3\text{m}$$

$$\text{Distancia de polea al nv 4510} = 93\text{m}$$

$$\text{DISTANCIA TOTAL} = 98.3\text{m}$$

De acuerdo a la tabla se tiene lo siguiente:

$$P.C = \text{Distancia total} * \text{Peso}$$

$$P.C = 98.3\text{m} * 1.070\text{Kg}/\text{m} = 105.181 \text{ Kg}$$

$$P.C = 105.181 \text{ Kg} = 231.884\text{Lb}$$



3.2.3.10.4. Factor de seguridad

$$F.S = \frac{RESISTENCIA\ DE\ RUPTURA\ DE\ CABLE}{PESO\ TOTAL\ DE\ IZAJE}$$

Fuente: (Wilberth Fernandez – 2017, con la tesis ·Implementación del Skip con guideras de madera para la profundización del pique inclinado 90° e incremento de extracción de mineral en minera la Española S.A.)

De acuerdo a la tabla la resistencia de ruptura de cable se tendrá el valor de 16.2 Ton, (ver cuadro N° 18)

Para el peso total de izaje se considera lo siguiente:

Peso total= Peso de cable + Peso del skips + Peso de mineral

Peso total = 105.181 Kg + 200 kg + 715 Kg = 1020.181 kg

Peso total = 1020.181 Kg = 1.020 Ton

Reemplazando los valores se tendrá lo siguiente:

$$F.S = \frac{16.2\ Ton}{1.020\ Ton} = 15.882$$

F.S = 15.882, donde 15.9 es la relación entre la fuerza de ruptura y el limite de carga de trabajo



Tabla 18 — Cable serie 6 x 19 con alma de acero boa para izaje

Cable serie 6 x 19 con alma de acero boa para izaje							
				Resistencia a la roptura minima garantizada			
Diametro nominal		Peso aproximado		Acero de arado mejorado		Acero de arado extramejorado	
mm	Pulg.	Kg/m	Lb/pie	TM	TC	TM	TC
5	3/16	0.087	0.058	1.430	1.576	1.640	1.807
6		0.14	0.094	2.310	2.546	2.600	2.865
6.5	1/4	0.17	0.114	2.670	2.942	3.080	3.394
8	5/16	0.27	0.181	4.160	4.584	4.780	5.268
9		0.33	0.222	5.140	5.664	5.910	6.513
9.5	3/8	0.39	0.262	5.950	6.557	6.850	7.549
11	7/16	0.52	0.349	8.070	8.893	9.250	10.194
13	1/2	0.68	0.457	10.440	11.505	12.100	13.334
14.5	9/16	0.88	0.591	13.200	14.546	15.200	16.750
16	5/8	1.07	0.719	16.200	17.852	18.700	20.607
18		1.3	0.874	20.500	22.591	23.600	26.007
19	3/4	1.55	1.042	23.200	25.566	26.700	29.423
22	7/8	2.11	1.418	31.400	34.603	36.100	39.782
24	1	2.33	1.566	36.400	40.113	41.850	46.119
26		2.75	1.848	40.700	44.851	46.900	51.684
29	1 1/8	2.48	1.666	51.300	56.533	59.00	65.018
32	1 1/4	4.3	2.889	63.00	69.426	72.500	79.895
35	1 3/8	5.21	3.501	75.700	83.421	87.100	95.984
38	1 1/2	6.19	4.159	89.700	98.849	103.00	113.506
42	1 5/8	7.26	4.878	104.00	114.608	120.00	132.240
45	1 3/4	8.44	5.671	121.00	133.342	139.00	153.178
48	1 7/8	9.67	6.498	138.00	152.076	158.00	174.116
52	2	11,00	7.392	156.00	171.912	180.00	198.360
54	2 1/8	12.4	8.332	174.00	191.748	200.00	220.40
57	2 1/4	13.9	9.34	195.00	214.890	224.00	246.848
36	1 7/16	5.57	3.7	80.370	80.370	92.400	101.825

Extraido de: Llanque M.O. & otros (2008)

3.2.3.10.5. Velocidad del skips

Tiempo de subida con carga NV 4510 – NV 4580 =
3.5 minutos “promedio”

Distancia NV 4510 – NV 4580 “Zona de volteo” = 93m

$$V = \frac{D}{T}$$

$$V = \frac{93}{3.5} = 26.57\text{m/min}$$

V skips = 26.57m/min

3.2.3.10.6. Ciclo de izaje

Para el ciclo de izaje con el Skips se determinó a través del cronometro en diferentes viajes con carga, descendiendo en vacío también se considera el tiempo de chuteo del Pocket 01 ubicado en el NV 4510.

Tabla 19 — Control de tiempos de acarreo de mineral

CONTROL DE TIEMPOS DE ACARREO DE MINERAL				
CANTIDAD	DESCENDER EL SKIPS (min)	ASCENDER EL SKIPS CON CARGA (min)	CHUTEAR AL SKIPS (min)	TOLVEO DEL SKIPS AL ECHADERO (seg)
1	3.8	3.5	3	15
2	3.4	3.3	5	14
3	3.6	3.4	5.5	15
4	3	3.4	3.5	16
5	3.1	3.6	3.7	17
6	3.2	3.3	5.1	15
7	3.1	3.5	4.6	18
8	3.9	3.5	4.2	15
9	3	3.7	3.3	17
PROMEDIO	3.3	3.5	4.2	15.8

Respecto a los tiempos tomados en el izaje con Skip se determina que el ciclo completo es de 11 minutos 16 segundos.

Numero de viajes por hora:

Se determinará con la regla de tres simple directa:

11.16min 01 viaje

60min X viaje

$$X \text{ viaje} = \frac{60min}{11.16min} = 5.37$$

N° viaje/hora = 5 viajes/h

3.2.3.11. Calculo de toneladas**Toneladas por hora:**

$$\frac{0.715ton}{viaje} * \frac{5 \text{ viaje}}{h} = 3.575 \text{ ton/h}$$

Ton/h = 3.575 ton/h

Entonces se calcula la extracción de mineral durante una guardia

$$\text{Ton/Gdia} = \frac{3.575 \text{ ton}}{h} * \frac{7 \text{ h}}{1Gdia} = 25.025 \text{ ton/Gdia}$$

Ton/Gdia = 25.025 ton/Gdia

Tabla 20 — Precio total por tonelada extraída

PARTIDA :	TRANSPORTE DE DESMONTE Y MINERAL - U.O. PAMPAMARQUINO	Rendimiento :	0,73	2,400	mt : pie		
DIMENSIONES :		Longitud barra:	0,914	3,000	mt : pie		
UNIDAD DE MEDIDA :	ML	Longitud efectiva:	0,73	2,400	mt : pie		
ELABORADO POR :	PEPAS DE ORO	Eficiencia voladura:	90%		%		
UNIDAD DE PRODUCCION :	PAMPAMARQUINO	No taladros perforados :	22,00		tal / frente		
TIPO DE MATERIAL:	DESMONTE	No taladros disparados :	19,00		tal / frente		
DUREZA MATERIAL:	REGULAR-MEDIO	Volumen calculado :	0,00		m3 / disparo		
INCLUYE :	Equipos,	Volumen roto :	2,49		m3 / disparo		
		Minidamper	4,00		ton / hr		
		Factor de carga:	2,80		Kg / m3		
		Winche - Skip	3,58		ton / hr		
		Velocidad de perforacion:			mt / hr		
		Horas por guardia :	10,70		Hr / guardia		
		Densidad del material :	2,40		ton / m3		
DESCRIPCION		UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA UTIL	PARCIAL S/.	TOTAL S/. /Unid de obra
1. COSTO DIRECTO							
1,1 Mano de Obra							
Chutero	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10		
Operador de winche - Skip	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10		
operador mine damper	Tarea	2,000	23,28	10,70	498,19		
		4,000			996,39		69,68
1,2 Energia							
Energia	p.p.	1,000	234,88	400	0,59		
Barra conica 6	p.p.	0,000	0,00	-	0,00		
Broca descartable 41mm	p.p.	0,000	0,00	-	0,00		
					0,59		0,24
1,3 Equipos							
Mini damper	HM	0,49	0,3294	33,50	11,03		
Winche	HM	0,42	2,7107	22,52	122,08		
					133,11		133,11
Total de Costo Directo							203,02
2. COSTO INDIRECTO							
2,1 Combustibles (*)							
Petroleo	GAL	1,524		13,16	-		20,06
Total de Costo Indirecto							20,06
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA							223,08

Extraido de: Empresa Pepas de Oro

3.2.3.12. Potencia del motor - winche de izaje

$$HP = \frac{V * P}{75 * E}$$

Fuente: (Wilberth Fernandez – 2017, con la tesis ·Implementación del Skip con guideras de madera para la profundización del pique inclinado 90° e incremento de extracción de mineral en minera la Española S.A.)

Donde:

V = Velocidad = 26.57 m/min

P = Peso total = 1020.181 Kg

E = Eficiencia mecánica y eléctrica = Se tomará el 80 % respecto a referencia bibliográfica

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente:

$$HP = \frac{\frac{0.442m}{s} * 1020.181 kg}{75 * 0.80} = 7.5$$

HP = 8 HP

3.2.3.13. Tensión del cable en diferentes actividades

3.2.3.13.1. Inicio de izaje del Skips con carga

Se aplicará la siguiente formula:

$$S^{ia} = (G + Q + W_c * (H_{at} + h_0)) * (1 + \frac{a}{9.8}) * 1.06$$

Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Donde:

Se considera que 1 kg = 9.81 N (N=Newton)

G = Capacidad de carga del Skips lleno de material = 715

Kg = 7014.15 N



$$Q = \text{Masa del Skips} = 200 \text{ Kg} = 1962 \text{ N}$$

$$W_c = \text{Masa del cable por metro} = 1.070 \text{ kg} = 10.5 \text{ N}$$

$$H_{at} = \text{Distancia máxima del izaje} = 98.3\text{m}$$

$$h_0 = \text{Distancia del sistema de enganche del Skips hasta la parte superior de la polea} = 5.3\text{m}$$

$$a = \text{Aceleración en el ascenso} = 1 \frac{m}{s^2}$$

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente:

$$S^{ia} = (7014.15 + 1962 + 10.5*(98.3 + 5.3))*(1 + \frac{1}{9.81})* 1.06$$

$$S^{ia} = 11755.227\text{N/ sen } 19.37^\circ$$

$$S^{ia} = 35442.836\text{N} = 35.44 \text{ KN}$$

3.2.3.13.2. Llegada del Skips con carga al punto de echadero (Final)

Se aplicará la siguiente formula:

$$S^{ia} = (G + Q + (W_c * h_0))*(1 - \frac{a}{9.81})* 1.06$$

Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente

$$S^{ia} = (7014.15 + 1962 + (10.5 * 5.3))*(1 - \frac{1}{9.81})* 1.06$$

$$S^{ia} = 8597.794\text{N/ sen } 19.37^\circ$$

$$S^{ia} = 25922\text{N} = 25.923 \text{ KN}$$

3.2.3.13.3. cálculo la tension del cable cuando el skips desciende vacio

Inicio:

Se aplicará la siguiente formula:

$$S^{id} = (Q + (W_c * h_0)) * (1 - \frac{a}{9.81}) * 0.94$$

Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente

$$S^{id} = (1962 + (10.5 * 5.3)) * (1 - \frac{1}{9.81}) * 0.94$$

$$S^{id} = 1703.259N / \text{sen } 19.37^\circ$$

$$S^{id} = 5135.446N = 5.135 KN$$

Final:

Se aplicará la siguiente formula

$$S^{id} = (Q + W_c * (H_{at} + h_0)) * (1 - \frac{a}{9.81}) * 0.94$$

Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente

$$S^{id} = (1962 + 10.5 * (98.3 + 5.3)) * (1 - \frac{1}{9.81}) * 0.94$$

$$S^{id} = 2574.578N / \text{sen } 19.37^\circ$$

$$S^{id} = 7762.534N = 7.763KN$$

3.2.3.14. Fuerzas resultantes en la polea

3.2.3.14.1. Inicio de izaje con carga:

Se considera desde el echadero pocket N° 01-NV 4510, para ello se realiza en base a la siguiente formula:

$$R^{ia} = S^{ia} * sen\alpha$$

Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente:

$$R^{ia} = 35.44KN * sen19.37^\circ$$

$$R^{ia} = 11.754KN$$

3.2.3.14.2. Ascenso del Skips con carga al punto de echadero (Final) – NV 4580

$$R^{ia} = S^{ia} * sen\alpha$$

Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente:

$$R^{ia} = 25.923KN * sen19.37^\circ$$

$$R^{ia} = 8.598KN$$

3.2.3.14.3. Descenso del Skips vacio – inicio

Al descargar la carga de mineral y/o desmante al equipo Dumper, el Skips desciende hasta el NV 4510 donde será abastecido de material mediante el pocket N° 01

$$R^{id} = S^{id} * sen\alpha$$



Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente:

$$R^{id} = 5.135KN * \text{sen}19.37^\circ$$

$$R^{id} = 1.703KN$$

3.2.3.14.4. Descenso el skips vacio – final:

$$R^{id} = S^{id} * \text{sen}\alpha$$

Fuente: (Lazaro Ruiz – 2010, con el trabajo de diploma: Sistema de transporte de elevador de Skip para el yacimiento de cromo Victoria – 1)

Reemplazando los valores se tiene lo siguiente:

$$R^{id} = 7.763 * \text{sen}19.37^\circ$$

$$R^{id} = 2.575 KN$$

3.3. Marco teorico referencial

a) Costos operativos. Los costos operacionales son los gastos económicos que una empresa tiene que asumir por sus operaciones empresariales o de negocios. Por ello, hablar de costo operacional es hablar de recursos que son consumidos.

Así, gracias al costo operacional se determina el estado de viabilidad en el que se encuentra un negocio. Igualmente el costo operacional nos ayuda a establecer una referencia para medir las ganancias y obtener una aproximación del punto de equilibrio de la entidad. Además, el coste operacional es contemplado en el cálculo del ROI, en la medida que se posiciona como una herramienta fundamental para determinar futuras inversiones. Por tanto, los costos operacionales determinan todos los recursos que se necesitan para sacar adelante un proyecto. Asociaremos siempre los costos a los ingresos y al consumo de un factor de producción. **(Gasco, T - 2019).**



- b) Optimización.** La optimización de las operaciones mineras subterráneas está relacionada con diversos aspectos como la búsqueda de mecanismos que permitan reducir costos de producción, la mejora en las labores de carguío y transporte.
- c) Utilidad.** Son las ganancias que tiene una compañía, las que son repartidas entre los dueños y sus trabajadores según las condiciones que la ley exige.
- d) Skips.** Es uno de los componentes esenciales del sistema de izaje; las jaulas, baldes y skips, cumplen la función de transportar en su interior al personal y/o mineral según los requerimientos de producción, respetando las condiciones establecidas en el reglamento de seguridad minera.

Página Web 3- http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=631

- e) 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 skips 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.

(http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=631)

- f) Winches 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. En otras palabras, 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 (para el arrastre de mineral, se utilizan los winches de rastrillaje). Equipos similares de izaje son los elevadores eléctricos de aire o hidráulicos, grúas móviles, puentes-grúa y teclees.

- g) 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. Según la empresa peruana Compumet, la decisión de construir un pique depende de la necesidad de extracción de mineral y de la reducción de costos. La estructura de un pique puede ser de madera o de acero. En otros casos, si se contara con un nivel inferior, la construcción del pique se puede practicar con un equipo raise borer, para el cual se perfora primero el hueco piloto y luego del nivel inferior se empieza a rimar (ensanchar) con una broca de mayor diámetro y finalmente se completa a la sección diseñada. En todos los casos, el terreno debe ser competente y donde no exista agua de filtración.

Página Web 4 – <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/criterios-para-construir-piques-mineros/>.

- h) Pocket.** También se le conoce como bolsillo, son cámaras en el cual se ejecutan tolvas con compuertas cerradas que tienen como finalidad almacenar material ya sea mineral o desmonte.

- i) Intercomunicador.** Es un sistema de comunicación que están enlazados de nivel a nivel en labores verticales.

- j) Explosivo.** Son productos químicos que encierran un enorme potencial de energía, que bajo la acción de un fulminante u otro estímulo externo reaccionan instantáneamente con gran violencia.
Se fabrican con diferentes potencias, dimensiones y resistencia al agua, según se requiera.

- k) Detonadores no eléctricos.** Se componen de una cápsula de aluminio, que contiene en su interior una carga base de pentrita, una carga primaria de nitrato de plomo, un elemento cilíndrico metálico portador de la pasta de retardo (portarretardo), un sistema amortiguador de onda de detonación y un tapón de goma semiconductora que sirve como elemento de engarce al tubo de transmisión.



CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Tipo y Nivel de Investigación

El tipo de investigación es Aplicada, porque en el proyecto se plantea implementar izaje de mineral con Skips y se orienta a una innovación y nuevos modelos para cumplir el objetivo. Se realizará modificaciones en el sistema de izaje.

El interés de la investigación aplicada es práctica, pues sus resultados son utilizados inmediatamente en la solución de problemas empresariales cotidianos. La investigación aplicada normalmente identifica la situación problema y busca, dentro de las posibles soluciones, aquella que pueda ser la más adecuada para el contexto específico. La investigación aplicada propone programas de gestión, innovación, nuevos modelos; investiga sobre la gestión administrativa para mejorarla; propone innovaciones tecnológicas o de gestión; propone nuevas herramientas de análisis empresarial; propone planes de negocio o propuestas empresariales. **(Vara, A – 2012, Desde la idea hasta la sustentación; siete pasos para una tesis exitosa).**

4.2. Diseño de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo, porque especificaremos todas las características del proceso de innovación, también se observará y examinará las etapas de implementación del Skips y los costos de producción.

Estos diseños están hechos para describir con mayor precisión y fidelidad posible, una realidad empresarial o un mercado internacional o local. Los diseños descriptivos son, generalmente, cuantitativos. Son estudios que se abocan más a la amplitud y precisión que a la profundidad. Se realizan con poblaciones numerosas y abarcan un gran número de variables y correlaciones. No solo se basa en data primaria (Ej. Encuestas, observación, etc.), también suelen basarse en data secundaria (Ej. Sunat, INEI, TradeMap, Siicez, etc.).

Los diseños descriptivos se usan para medir cuantitativamente las variables de una población, para obtener índices matemáticos, tales como índices de correlación,



porcentajes y frecuencias. (Vara, A – 2012, Desde la idea hasta la sustentación; siete pasos para una tesis exitosa).

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población:

Unidad Operativa Pampamarquino – Zona Arnaldo.

4.3.2. Muestra:

- Pique 4580
- Nivel 4580
- Nivel 4510

4.4. Procedimiento

Se realizarón cálculos matemáticos y control de tiempo, para determinar el costo por tonelada de mineral extraída

4.5. Técnicas e Instrumentos

- Fotografías.

Se realizó capturas del sistema de izaje y monitoreo de tiempos y toneladas extraídas.

- Control de tiempos

Se realizó con la finalidad de determinar el tiempo de ciclo del Skips con carga y sin carga.

- Capacidad de toneladas extraídas

Se calculó la tonelada por Skips

4.6. Estadístico de Investigación

Nos ayudan a medir cuantitativamente las variables, donde los datos recopilados se procesaron en las tablas de Excel.

Respecto a la contrastación de Hipotesis se analizo mediante las tablas de Anova y Normality Tests, a través de ello se analizo la hipótesis general y específica.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Resultados al implementar izaje de mineral con Skips

Al implementar el Skips en el PQ 4580 se demuestra los resultados a través de los datos obtenidos en campo y se ve la eficiencia y resultados en la optimización de costos operativos, incremento de producción, reducción de número de personal y esfuerzo físico, con respecto al sistema de izaje tradicional.

5.2. Resultados y comparación del sistema de izaje tradicional y actual

5.2.1. Extracción de material “mineral – desmonte” por el PQ 4550 y uso de winche de baja capacidad

Teniendo los datos y cálculos obtenidos en campo pos implementación del Skips en el PQ – 4580 se realizo un cuadro comparativo de costo – producción por tonelada extraída respecto al izaje tradicional, (Ver figura N° 24 pag 114)

5.2.1.1. Distribución de personal por actividad de extracción

Antes de implementar el Skips y posteriormente el equipo Dumper se hacia uso de carretillas y eso implicaba mayor número de personal por cada frente de trabajo. En el siguiente cuadro se detallará el número de personal por actividad.



Tabla 21 — Distribución de personal por actividad de izaje

DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL POR ACTIVIDAD - EXTRACCIÓN	
ACTIVIDAD	Nº DE PERSONAL
LIMPIEZA DE MATERIAL	4
ACARREO CON CARRETILLA	3
DESPACHADOR NV 4510 - NV 4550 "SKIP"	3
OPERADOR DE WINCHE - NV 4550	1
RECEPCION DE CARGA - NV 4550	2
DESPACHADOR NV 4550 - NV 4580	2
OPERADOR DE WINCHE - NV 4580	1
RECEPCION DE CARGA - NV 4580	3
ACARREO CON LA BURRA A SUPERFICIE	3
TOTAL	22

EL Skips de baja capacidad corresponde del NV 4510 a NV 4550, por viaje iza 14 sacos de material, aproximadamente 0.42 ton y en el punto de izaje con winche se iza 6 sacos de material, entonces a inicios de extracción en la U.O. PAMPAMARQUINO se emplea 22 personas.



5.2.1.2. Cálculo de tiempo de extracción por el PQ 4550

Los tiempos de extracción se determinan desde los frentes de trabajo, el tiempo de izaje varía entre el sistema de Skips y winche, se detalla en el siguiente cuadro.

Tabla 22 — Control de tiempo de izaje con el sistema de izaje antiguo

Control de Tiempo de Izaje			
Actividad – ciclo	Tiempo(min)	Nº de sacos	Toneladas(ton)
Acarreo en carretilla al punto de envío	3	4	0,12
Apilar los sacos al skip	5		
Izaje de material en el skip	5	14	0,42
Descarga de sacos (skip) - nv 4550	1		
Acarreo en carretilla al punto de envío	2.5	4	0,12
Izaje de material en el winche	2,5	6	0,18
Apilar los sacos a la burra	5		
Acarreo del punto de izaje a superficie (burra)	10	40	1,2
Total	34	40	1,2

De acuerdo el cuadro anterior se determina que para extraer 1.2 ton hasta superficie o cancha de mineral se requiere un tiempo de 34 min. La extracción es en sacos, con un peso aproximado de 30 Kg.

5.2.1.3. Extracción de toneladas de mineral hasta la cancha de mineral

Toneladas extraídas por hora hasta la cancha de mineral

$$\frac{1.2 \text{ ton} * 60 \text{ min}}{34 \text{ min} \quad 1h} = 2.11 \text{ ton/h}$$

$$\text{Ton/h} = 2.11 \text{ ton/h}$$

Entonces se calcula la extracción de mineral durante una guardia

$$\text{Ton/Gdia} = \frac{2.11 \text{ ton}}{h} * \frac{7 h}{1\text{Gdia}} = 14.77 \text{ ton/Gdia}$$

$$\text{Ton/Gdia} = 14.77 \text{ ton/Gdia}$$

$$\text{Ton/Mes} = 886.2 \text{ ton/Mes}$$

$$\text{Ton/Año} = 10634.4 \text{ ton/Año}$$

5.2.1.4. Costo por tonelada extraída

Respecto a la tabla N° 24 se tiene el precio unitario establecidos por la U.O. Pampamarquino y considerando los parámetros de acuerdo a la empresa Pepas de Oro.

El costo de tonelada/hora extraída hasta la cancha de mineral es de s/. 2739.38, (ver tabla N° 24), lo cual es muy elevado por el número de personal que se requiere para la extracción de material.

$$\text{Costo/Ton} = \text{S/. } 2,739.38$$

Costo de tonelada por guardia:

$$\text{Costo – Ton/Gdia} = \text{S/. } 40,460.64$$

Costo de tonelada por mes, se considera en 1 día se labora 2 guardias:

$$\text{Costo – Ton/Mes} = \text{S/. } 2, 427,638.56$$

$$\text{Costo – Ton/Año} = \text{S/. } 29, 131,662.67$$



Tabla 23 — Cuadro de resumen

Características	Cantidad	Unidad
Nº de personal	22	UND
Tonelada por hora	2,11	Ton/h
Tonelada por guardia	14,77	Ton/Gdia
Tonelada por mes	886,2	Ton/Mes
Tonelada por año	10634,4	Ton/Año
Costo por tonelada	S/. 2.739,38	S../Ton
Costo de tonelada por guardia	S/. 40.460,64	S../Ton/Gdia
Costo de tonelada por mes	S/. 2.427.638,56	S../Ton/Mes
Costo de tonelda por año	S/. 29.131.662,67	S../Ton/Año

Tabla 24 — Precio unitario por tonelada extraída con el sistema de izaje antiguo

PARTIDA :	TRANSPORTE DE DESMONTE Y MINERAL - U.O. PAMPAMARQUINO	Rendimiento :	0,73	2,400	mt : pie
DIMENSIONES :		Longitud barra:	0,914	3,000	mt : pie
UNIDAD DE MEDIDA :	ML	Longitud efectiva:	0,73	2,400	mt : pie
ELABORADO POR :	PEPAS DE ORO	Eficiencia voladura:	90%		%
UNIDAD DE PRODUCCION :	PAMPAMARQUINO	No taladros perforados :			tal / frente
TIPO DE MATERIAL:	DESMONTE	No taladros disparados :			tal / frente
DUREZA MATERIAL:	REGULAR-MEDIO	Volumen calculado :	0,00		m3 / disparo
INCLUYE :	Equipos,	Volumen roto :	2,49		m3 / disparo
		Locomotora	2,11		ton / hr
		Factor de carga:	2,80		Kg / m3
		Velocidad de perforacion:			mt / hr
		Horas por guardia :	10,70		Hr / guardia
		Densidad del material :	2,40		ton / m3

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA	PARCIAL	TOTAL
				UTIL	S/.	S/./Unid de obra
1. COSTO DIRECTO						
1,1 Mano de Obra						
Personal de limpieza	Tarea	4,000	23,28	10,70	996,38	
Personal - acarreo con carretilla	Tarea	3,000	23,28	10,70	747,29	
Despachador NV 4510 - NV 4550	Tarea	3,000	23,28	10,70	747,29	
Operador de winche - Skip NV 4550	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
Personal de recepcion NV 4550	Tarea	2,000	23,28	10,70	498,19	
Despachador NV 4550 - NV 4580	Tarea	2,000	23,28	10,70	498,19	
Operador de winche NV 4580	Tarea	1,000	23,28	10,70	249,10	
Personal de recepcion NV 4580	Tarea	3,000	23,28	10,70	747,29	
Personal de acarreo con la burra	Tarea	3,000	23,28	10,70	747,29	
		22,000			5.480,12	2.597,21
1,2 Energia						
Energia	p.p.	1,000	234,88	400	0,59	
Barra conica 6	p.p.	0,000	0,00	-	0,00	
Broca descartable 41mm	p.p.	0,000	0,00	-	0,00	
					0,59	0,28
1,3 Equipos						
Winche	HM	2,00	2,7107	22,52	122,08	
					122,08	122,08
Total de Costo Directo						2.719,57
2. COSTO INDIRECTO						
2,1 Combustibles (*)						
Petroleo	GAL	1,524		13,00	-	19,81
Total de Costo Indirecto						19,81
3. COSTO TOTAL POR UNIDAD VALORIZADA						2.739,38

Extraído de: Elaboración por la Empresa Pepas de Oro

5.2.2. Acarreo e izaje con winche implementando el skips - PQ 4580

5.2.2.1. Distribución de personal por actividad de extracción

Al implementar el Skips, se redujo considerablemente el número de personal en la actividad de extracción de material, el izaje a través del Skips es del NV 4510 hasta el NV 4580 y se hace uso de Pocket “tolva. En el siguiente cuadro se detalla la distribución de personal por actividad.

Tabla 25 — Distribución de personal post implementación del Skip

Distribución de personal por actividad - extracción	
Actividad	Nº de personal
Chutear del pocket	1
Operador de winche – skip	1
Operador de dumper nv 4510 y nv 4580	2
Total	4

Se considera 2 operadores de Dumper, porque en el NV 4510 se incorporó un Dumper que realiza el acarreo de las labores y/o tolvas hacia el Pocket, con la implementación del Skips se requiere solo 4 personas para la extracción.

5.2.2.2. Cálculo de tiempo de extracción por el PQ 4580

El ciclo de izaje con el Skips es de 11 minutos y 16 segundos, en ese tiempo se iza 0.715 ton/ciclo de skips.

Tabla 26 — Control de tiempo de acarreo de mineral post implementación del Skips

CONTROL DE TIEMPOS DE ACARREO DE MINERAL				
CANTIDAD	DESCENDER EL SKIPS (min)	ASCENDER EL SKIPS CON CARGA (min)	CHUTEAR AL SKIPS (min)	TOLVEO DEL SKIPS AL ECHADERO (seg)
1	3.8	3.5	3	15
2	3.4	3.3	5	14
3	3.6	3.4	5.5	15
4	3	3.4	3.5	16
5	3.1	3.6	3.7	17
6	3.2	3.3	5.1	15
7	3.1	3.5	4.6	18
8	3.9	3.5	4.2	15
9	3	3.7	3.3	17
PROMEDIO	3.3	3.5	4.2	15.8

5.2.2.3. Tonelada extraída con el nuevo sistema de izaje – Skips

Ya se cuenta con los cálculos de tonelaje, por lo tanto se tiene lo siguiente:

$$\text{Ton/h} = 3.575 \text{ ton/h}$$

$$\text{Ton/Gdia} = 25.025 \text{ ton/Gdia}$$

$$\text{Ton/Mes} = 1501.5 \text{ ton/Mes}$$

$$\text{Ton/Año} = 18018 \text{ ton/Año}$$

5.2.2.4. Costo por tonelada extraída

De acuerdo al cuadro de precios unitarios se tiene el costo por tonelada de izaje:

$$\text{Costo/Ton} = \text{S/} 223.08$$

Costo de tonelada por guardia:

$$\text{Costo – Ton/Gdia} = \text{S/} 5,582.577$$

Costo de tonelada por mes, se considera en 1 día se labora 2 guardias:

$$\text{Costo – Ton/Mes} = \text{S/} 334,954.62$$

$$\text{Costo – Ton/Año} = \text{S/} 4, 019,455.44$$



Tabla 27 — Resumen post implementación del Skips

Características	Cantidad	Unidad
Nº de personal	4	UND
Tonelada por hora	3,575	Ton/h
Tonelada por guardia	25,025	Ton/Gdia
Tonelada por mes	1501,5	Ton/Mes
Tonelada por año	18018	Ton/Año
Costo por tonelada	S/ 223,08	S./Ton
Costo de tonelada por guardia	S/ 5.582,58	S./Ton/Gdia
Costo de tonelada por mes	S/ 334.954,62	S./Ton/Mes
Costo de tonelda por año	S/ 4.019.455,44	S./Ton/Año

5.2.2.5. Cuadro comparativo respecto al izaje del antes y despues de implementar el skips

Tabla 28 — Cuadro de comparación entre ambos sistemas de izaje

Características	Izaje pos incorporado el skips	Izaje tradicional	Ventajas pos implementado el skips	Unidad
	Nº	Nº	Nº	
Nº DE PERSONAL	4	22	18	UND
Tonelada por hora	3,575	2,11	1,465	Ton/h
Tonelada por guardia	25,025	14,77	10,255	Ton/Gdi a
Tonelada por mes	1501,5	886,2	615,3	Ton/Mes
Tonelada por año	18018	10634,4	7383,6	Ton/Año
Costo por tonelada	S/ 223,08	S/ 2.739,38	S/ 2.516,30	S./ Ton
Costo de tonelada por guardia	S/ 5.582,58	S/ 40.460,64	S/ 34.878,06	S./Ton/ Gdia
Costo de tonelada por mes	S/ 334.954,62	S/ 2.427.638,56	S/ 2.092.683,94	S./ Ton/Mes
Costo de tonelda por año	S/ 4.019.455,44	S/ 29.131.662,67	S/ 25.112.207,23	S./ Ton/Año

De acuerdo a la tabla de comparación se deduce que hay una diferencia de 18 trabajadores para realizar el acarreo e izaje de material. Respecto a toneladas extraídas existe un incremento favorable para la empresa Pepas de Oro donde la diferencia es de:

Ton/h = 1.465 Ton/h

Ton/Gdia = 10.255 Ton/Gdia

Ton/Mes = 615.3 Ton/Mes

Ton/Año = 7383.6 Ton/Año

Anualmente se tiene una producción de **169.43 %**, teniendo un incremento de **69.43 %** respecto al izaje tradicional.

La reducción de costo operativo se ve reflejado con la ejecución del Pique 4580 e implementación del Skips, actualmente la inversión anual por izaje de mineral es de S/. 4, 019,455.44 teniendo una diferencia de S/. 25,112.23 respecto al izaje inicial, se tiene las siguientes diferencias:

Costo/Ton = S/. 2,516.30

Costo – Ton/Gdia = S/. 34,878.06

Costo – Ton/Mes = S/.2,092,683.94

Costo Ton/Año = S/. 25,112,207.23

Anualmente se tiene una reducción de costo a **13.80 %**, teniendo una diferencia de **86.2 %** respecto al izaje tradicional.

El costo invertido en la ejecución del PQ 4580 e implementación del Skips es de S/. 700,713.19 por un periodo de 6 meses.



5.3. Contrastación de Hipotesis

- **Hipotesis general**

Ho: La implementación de Izaje de mineral con skips no presenta una significativa influencia para optimizar los costos operativos.

H1: La implementación de Izaje de mineral con skips presenta una significativa influencia para optimizar los costos operativos.

Tabla 29 — ANOVA Tonelada producida

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Tipo_izaje	570.05	1	570.045	3735	< .001
Residuos	2.75	18	0.153		

Tabla 30 — Cuadro de Normality tests

	Estadístico	P value
Shapiro-Wilk	0.940	0.244
Kolmogorov-Smirnov	0.140	0.775
Anderson-Darling	0.471	0.219

Extraído de: Additional results provided by moretests

De la tabla “normality tests” se tiene que la prueba de shapiro wilk da un p-value de 0.244 mayor a 0.05 nivel de significancia por ende se puede asumir que los datos cumplen con el supuesto de normalidad de datos.

De otro lado la tabla ANOVA da un valor “p” de <0.001 menor a 0.05 nivel de significancia entonces se rechaza la hipótesis nula (Ho), esto implica que existe diferencia significativa en la tonelada producida según el tipo de izaje; además el promedio de izaje

con skips es 24.9 mayor al promedio de izaje tradicional de 14.2; por lo tanto podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que La implementación de Izaje de mineral con skips presenta una significativa influencia para optimizar los costos operativos.

- **Hipotesis especifica 1**

Ho: El implementar izaje de mineral con skips y el método de explotación no influirán significativa en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino -cotaruse - aymaraes -apurímac – 2022.

H1: El implementar izaje de mineral con skips y el método de explotación influirán significativa en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino -cotaruse - aymaraes -apurímac – 2022.

Tabla31 — ANOVA Labores, trabajo

	Suma de Cuadrados	Gl	Media Cuadrática	F	p
Tipo_izaje	105.8	1	105.800	154	< .001
Residuos	12.4	18	0.689		

Tabla 32 — Cuadro de Normality tests

	Estadístico	p
Shapiro-Wilk	0.955	0.443
Kolmogorov-Smirnov	0.150	0.759
Anderson-Darling	0.430	0.278

Extraído de: Additional results provided by moretests

De la tabla “normality tests” se tiene que la prueba de shapiro wilk da un p-value de 0.443 mayor a 0.05 nivel de significancia por ende se puede asumir que los datos cumplen con el supuesto de normalidad de datos.

De otro lado la tabla ANOVA da un valor “p” de <0.001 menor a 0.05 nivel de significancia entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0), esto implica que existe diferencia significativa en las labores de trabajo según el tipo de izaje; además el promedio de izaje con skips es 8.6 menor al promedio de izaje tradicional de 4; por lo tanto podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que El implementar izaje de mineral con skips y el método de explotación influirán significativa en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes -apurímac – 2022.

- **Hipotesis especifica 2**

H_0 : El implementar Izaje de mineral con skips y el sistema de extracción no presenta una significativa influencia en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022.

H_1 : El implementar Izaje de mineral con skips y el sistema de extracción presenta una significativa influencia en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022

Tabla 33 — ANOVA Tiempo ciclo

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	P
Tipo_izaje	2987.5	1	2.987.546	4674	$<.001$
Residuos	11.5	18	0.639		

Tabla 34 — Cuadro de Normality tests

	Estadístico	P
Shapiro-Wilk	0.943	0.270
Kolmogorov-Smirnov	0.180	0.485
Anderson-Darling	0.590	0.110

Extraído de: Additional results provided by moretests

De la tabla “normality tests” se tiene que la prueba de shapiro wilk da un p-value de 0.270 mayor a 0.05 nivel de significancia por ende se puede asumir que los datos cumplen con el supuesto de normalidad de datos.

De otro lado la tabla ANOVA da un valor “p” de <0.001 menor a 0.05 nivel de significancia entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0), esto implica que existe diferencia significativa en los tiempos de ciclos según el tipo de izaje; además el promedio de izaje con skips es 11 menor al promedio de izaje tradicional de 35.5; por lo tanto podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que El implementar Izaje de mineral con skips y el sistema de extracción presenta una significativa influencia en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022

5.4. Discusiones

Se determinó la operatividad de implementar izaje de mineral con Skips en la optimización de los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino. - Cotaruse – Aymaraes – Apurimac – 2022, indicando que el izaje de mineral con Skips influyen de manera muy positiva, se disminuyo el esfuerzo físico, el costo por tonelada y en cuanto a la producción el incremento es muy favorable para la Empresa Pepas de Oro. Se tienen los resultados encontrados por Fernandez (2017) quien innovo la implementación del Skips con guiaderas de madera para la profundización del pique inclinado 90 e incremento de extracción de mineral en minera la Española S.A. con la finalidad de bajar el costo de operación, donde tuvo en cuenta el tipo de roca para la profundización, teniendo resultados respecto al rendimiento del

sistema de izaje convencional vs el sistema de izaje con Skips, donde se incrementa de 1.95 toneladas por hora a 3.78 toneladas por hora respectivamente, de la misma forma se disminuye el personal a emplear de 4 a 2 hobreros.

Respecto al primer objetivo específico, los resultados mostraron que, la implementación del izaje de mineral con Skips, es favorable para seguir profundizando el pique, y la inversión en la ejecución del pique es S/. 700,713.19 por un periodo de 6 meses, evidentemente conviene invertir en la profundización porque el costo respecto al izaje tradicional existe una reducción muy considerable y así priorizar en los materiales, herramientas para el relleno ascendente y los trabajos sean más seguros en la U.O. Pampamarquino. Se tienen otros resultados encontrados por Caceda, Perez (2015), realizaron la investigación respecto al proyecto pique central para explotación debajo de nivel 1400 – Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C. indica una nueva ejecución del pique central desde NV 1400 hasta el NV 1700, alcanzando el pique una longitud de 428 m, ayudando en optimizar los costos operativos e incrementando la producción.

En el segundo objetivo específico se determinó que el sistema de extracción mejoró con la implementación del Skips llegando a incrementar la producción de 14.77 Ton/Gdía a 25.025 Ton/Gdía, y mensualmente existe un incremento de 615.3 Ton respecto al izaje tradicional, entonces la influencia de implementar un sistema de izaje con Skips es muy significativo en cuanto a la producción, esfuerzo físico y reducción de costos en la U.O. Pampamarquino. En cuanto a la investigación de Fernandez (2017) quien innovó la implementación del Skips con guideras de madera para la profundización del pique inclinado 90 e incremento de extracción de mineral en minera la Española S.A. Indica favorablemente que la implementación del Skips con guideras de madera se logró una producción de 30.24 TM/Gdía en comparación del sistema de izaje convencional winche hechizo de 5HP, que se producía 15.6 TM/Gdía, lo cual muestra un incremento de 14.64 TM/Gdía, entonces la implementación del sistema de Skips para izaje de mineral funciona para cualquier tipo de yacimiento (Subterráneo – Pique).



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se optimizó el costo operativo en la U.O. Pampamarquino. Teniendo en referencia el costo de izaje de mineral por tonelada con el sistema tradicional era S/ 2.739,38, debido al elevado número de personal que se requería para el acarreo e izaje, ahora con la implementación del Skips el costo por tonelada es S/ 223,08 teniendo una diferencia de S/ 2.516,30 por tonelada y anualmente se ahorra un monto de S/ 25.112.207,23. respecto al izaje tradicional.
- La implementación del Skips en el PQ 4580 “NV 4580 – NV 4510”, es muy favorable para el método de explotación corte relleno ascendente, porque incrementa más labores de ataque, Se ejecutó 01 Pocket e incorporo equipos Dumper en los niveles mencionados reduciendo la cantidad de personal de 22 a 4 para realizar el acarreo e izaje de mineral, optimizando los costos operativos.
- Los tonelajes extraídos por hora, guardia, mes y anual a la cancha de mineral aumentaron considerablemente siendo muy favorable para la empresa Pepas de Oro, donde se logró una producción de 25.025 Ton/Gdia, teniendo un incremento de 10.255 Ton respecto a los 14.77 Ton/Gdia que se producía con el sistema de izaje tradicional, por lo tanto, el incremento mensual aumento a 615.3 Ton y el incremento anual a 7383.6 Ton. El tiempo y esfuerzo físico para el acarreo e izaje de mineral es menos que el sistema de izaje tradicional., se dejó de usar carretillas, envíos en sacos mineros hasta la cancha de mineral, porque ahora todo material es izado a granel.

6.2. Recomendaciones

- El sistema de extracción con Skips es muy favorable para labores en profundización (pique), pero los peligros y riesgos aumentan, por ello los operadores deben ser capacitados periódicamente y autorizados para operar los equipos de izaje. Mantener comunicación efectiva durante toda la guardia haciendo el uso adecuado de los intercomunicadores y cámaras instalados en los niveles principales. Por seguridad no se debe transitar cuando el Skips está en actividad y la división entre camino y buzón debe estar hermetizada con tablas.
- Es recomendable implementar el sistema de izaje con Skips empleando el método de explotación corte relleno ascendente, con la finalidad de incrementar la producción y reducir el costo operativo en cuanto al izaje y al ejecutar proyectos de Piques se debe incorporar los Pockets cada 50m, estas deben contar con compuertas metálicas “niveles principales”, porque ayuda en el almacenamiento de mineral y/o desmonte y el ciclo de izaje es más rápido.
- Al implementar el Skips en el sistema de extracción, se debe realizar el cálculo de fuerza ejercida por el motor – winche, considerando los pesos del cable acerado, peso del Skips y peso del material izado y verificar con la ficha técnica del motor si está dentro de los parámetros establecidos, también considerar la distancia mínima de 5m de longitud de cable acerado respecto de la tambora a la polea, porque esto influye en la vida útil de cable.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- LOYOLA, G. (2013). Tesis- construcción del pique 158 E para la optimización del laboreo minero en la Unidad Paola – CEDEMIN S.A.C.
- CCAMA, V. (2014). Determinación de los costos de extracción aurífera y la rentabilidad de la Cooperativa Minera Santiago de Ananea, 2012 Puno – Peru.
- CACEDA, J Y PEREZ, J. (2015). Tesis- proyecto pique central para explotación debajo de nivel 1400 – Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.
- TULLUME, LLONTOP. (2016). Tesis – Automatización e implementación de un sistema Scada para mejorar el desempeño del sistema de izaje por winches en minería subterránea de la compañía minera Casapalca S.A.
- FERNANDEZ, W. (2017). Tesis – Implementación del Skips con guiaderas de madera para la profundización del pique inclinado 90 e incremento de extracción de mineral – Minería la Española S.A.
- MAMANI, M. (2018). Tesis- Costos de extracción y su incidencia en la rentabilidad de la cooperativa minera metalúrgica San Francisco de Ananea Limitada, periodo 2016.
- CUADROS, M. (2018). Tesis – Estudio técnico económico de la profundización mediante el pique inclinado 370 niveles 4370 al 4270 Veta Juanita – Mina Casapalca.
- BUENDIA, C. (2021). Tesis - Implementación del método de explotación corte y relleno ascendente en vetas angostas en el tajo Carmelita de la Mina Toctopata – Andahuaylas.
- PEPAS DE ORO, (2022). Modificación del IGAFOM de la Unidad Operativa Pampamarquino.



VARA, A. (2012). Tercera edición – Desde la idea hasta la sustentación; siete pasos para una tesis exitosa. Instituto de Investigación de la facultad de Ciencias y Recursos Humanos. Universidad de San Martín de Porres.

INGEMMET. Análisis del estado tecnológico de los métodos de explotación subterránea aplicados en las minas del Perú. Lima 1991.

ISEM (2007). Revista de seguridad minera. Publicación N° 55.

LLANQUE M.O. & OTROS (2008). Servicio auxiliares mineros, Tomo 1, Editorial UNAP, Puno.

EXSA, (4ta Edición). Manual práctico de voladura. Lima – Perú.

EMPRESA MINERA BARRICK S.A. Aspectos y mapas geológicos

LAZARO, B. (2010). Diplomado – Sistema de transporte de elevador de Skips para el yacimiento de cromo Victoria – 1.

MUÑOZ, G. (2012). Tesis - modelo de costos para la valorización de planes mineros – Santiago de Chile.

VASQUEZ, E. (2013). Tesis – evaluación del rendimiento de diferentes tipos de rodaduras para la optimización del ciclo de acarreo y transporte del material en tunelería - Guatemala

NAVARRO, H. (2015). Tesis – evaluación numérica del empuje de suelo sobre revestimientos en piques circulares considerando el efecto del método constructivo – Santiago de Chile.

CARPIO, D. (2016). Tesis – Construcción del pique 35 del Nivel 7 al 12 Veta Tres Ranchos Ecuador.



MEDINA, H. (2017). Prensa Compumet. Disponible en internet; <https://prensa.compumet.info/sistemas-izaje-mineria-subterranea-piques-winchet/> Acceso el 20 de Diciembre de 2022.

INGEMMET, (2017), <https://www.gob.pe/ingemmet>

Tesis.uson.mx – 2019.

SEGURIDAD MINERA. (2020). Criterios para construir piques mineros. Disponible en internet: Criterios para construir piques mineros (revistaseguridadminera.com) Acceso el 18 de Diciembre de 2022.

EQUIPO EVIDENCE. (2021). Costo unitario de producción. Disponible en internet: <https://www.evidencetec.com/recursos/conocimiento/que-es-el-costo-unitario-de-produccion?lang=es> Acceso el 18 de Diciembre de 2022.

http://geco.mineroartesanal.com/tiki_download_wiki_attachment.php?attId=631

<https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/criterios-para-construir-piques-mineros/>



ANEXOS



ANEXO N° 01

Implementar izaje de mineral con Skips para Optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse – Aymaraes - Apurímac – 2022.

Tabla 35 — Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES E INDICADORES	UND	METODOLOGÍA
<p>GENERAL</p> <p>¿Cuál es la influencia de Implementar izaje de mineral con Skips para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales Pepas de Oro U.O. Pampamarquino - Cotaruse – Aymaraes - Apurímac – 2022?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Determinar cual es la influencia del Izaje de mineral con skips para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022</p>	<p>GENERAL</p> <p>La implementación de Izaje de mineral con skips presenta una significativa influencia para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022</p>	<p>1er. VARIABLE INDEPENDIENTE (x):</p> <p>Implementar izaje de mineral con Skips.</p>	<p>DIMENSIÓN (1)</p> <p>Método de explotación</p> <p>INDICADORES</p> <p>1- Operaciones Unitarias subterráneas</p> <p>2- Producción</p> <p>3- Horas Hombre</p> <p>4- Ciclo de minado</p> <p>DIMENSIÓN (2)</p> <p>Sistema de extracción</p> <p>INDICADORES</p> <p>1- Equipo Skip</p> <p>2- Capacidad</p> <p>3- Tiempo</p> <p>4- Velocidad</p> <p>5- Seguridad en equipos suspendidos</p> <p>6- Consumo de energía</p>	<p>KPI</p> <p>Ton</p> <p>H-H</p> <p>KPI</p> <p>HP</p> <p>M3</p> <p>Min</p> <p>M/Min</p> <p>KW</p>	<p>Enfoque de Investigación</p> <p>a.- cuantitativo</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>a.- Aplicada o Tecnológica</p> <p>b.- descriptivo</p> <p>c.- explicativo</p> <p>d.- correlacional</p> <p>Nivel de Investigación</p> <p>a.- descriptivo</p> <p>Técnicas</p> <p>a.- muestreo</p> <p>b.- observación</p>

ESPECÍFICOS PE	ESPECÍFICOS OE	ESPECIFICOS HE	2da. VARIABLE DEPENDIENTE (y):			
¿Cómo influye implementar izaje de mineral con skips y el método de explotación para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022?	Concluir como influye implementar izaje de mineral con skips y el método de explotación para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022	La aplicación de izaje de mineral con skips y el método de explotación influirán significativamente en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022	Optimizar los costos operativos	DIMENSIÓN (1) Rendimientos operativos INDICADORES 1- Eficiencia del personal 2- Eficiencia del equipo 3- Tiempo de ciclo 4- Productividad 5-	KPI KPI Min Ton/Gdia	
¿Cuál es la influencia de implementar izaje de mineral con skips y el sistema de extraccion para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022?	Evaluar cual es la influencia de implementar izaje de mineral con skips y el sistema de extraccion para optimizar los costos operativos en la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022	La ejecución del Izaje de mineral con skips y el sistema de extracción presenta una significativa influencia en optimizar los costos operativos de la asociación de mineros artesanales pepas de oro, u.o. pampamarquino - cotaruse - aymaraes - apurímac – 2022		DIMENSIÓN (2) Valorización operacional INDICADORES 1- Costos unitarios 2- Costos operativos 3- Costos Adicionales	S/. S/. S/.	

ANEXO N° 02

TABLA Y GRAFICA DE RESULTADOS ESTADISTICOS

Tabla 36 — Descriptiva general

	Tipo_izaje	N	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
Tonelada producida	izaje con skips	10	24.9	25	0.373	23.9	25.1
	izaje tradicional	10	14.2	14.2	0.408	13.6	14.8

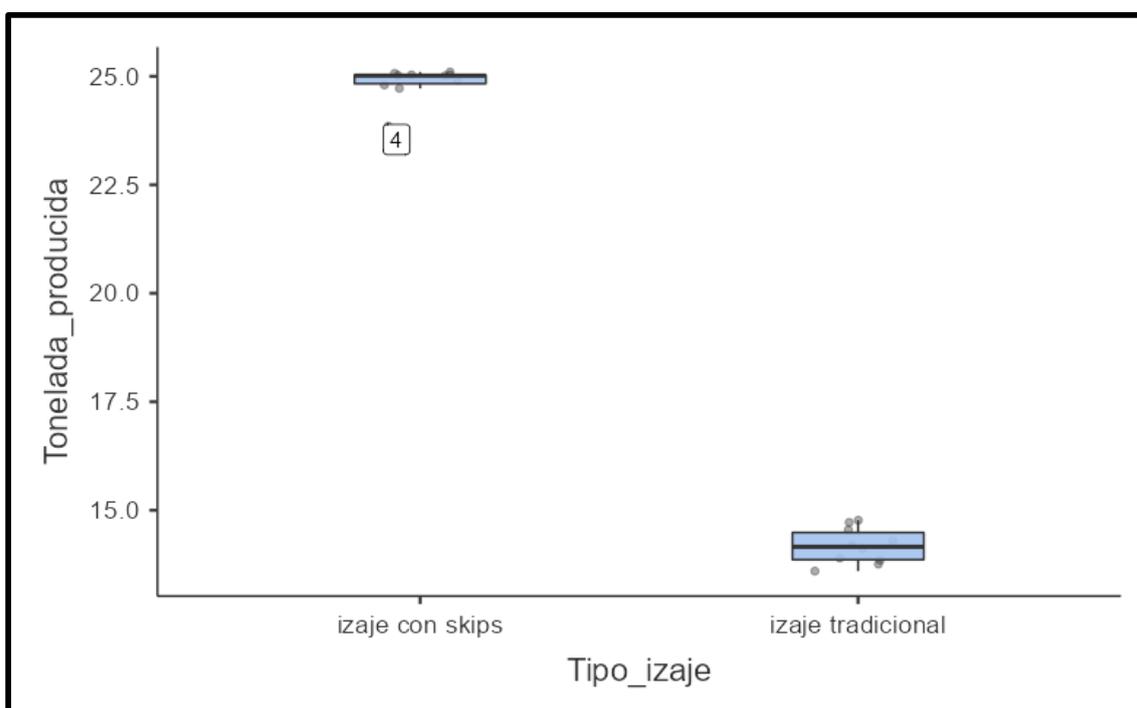


Figura 19 — Grafico de tonelada producida de acuerdo al tipo de izaje

Tabla 37 — Descriptiva específica 1

	Tipo izaje	N	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
Labores trabajo	izaje con skips	10	4	4	0.667	3	5
	izaje tradicional	10	8.6	8.5	0.966	7	10

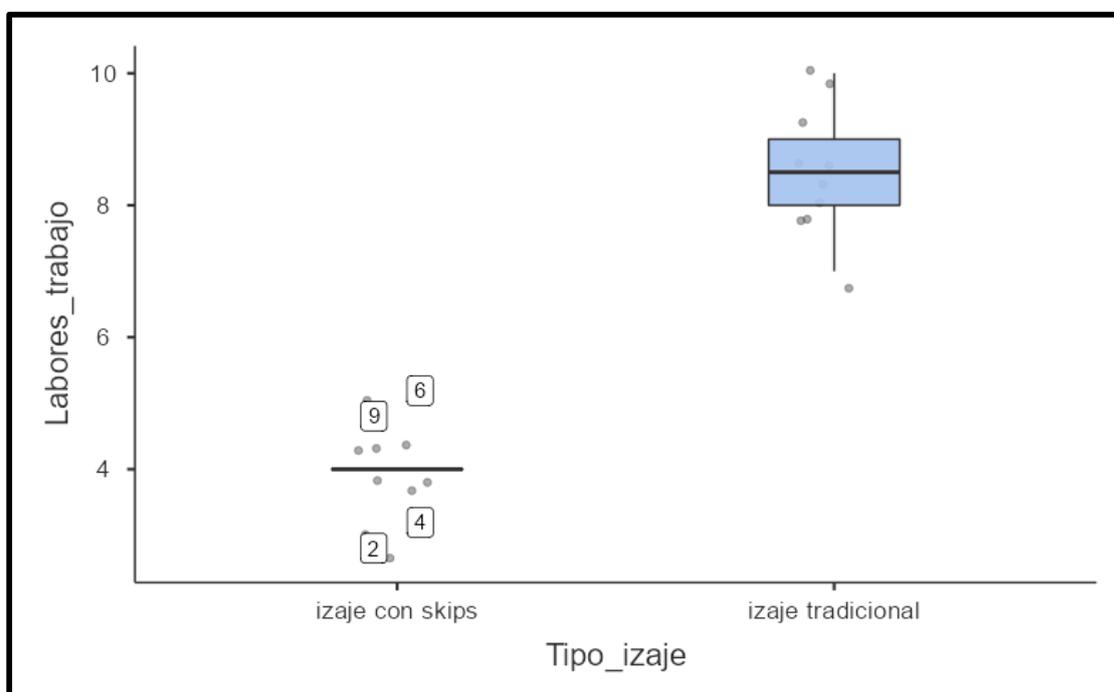


Figura 20 — Grafico de número de labores

Tabla 38 — Descriptiva específica 2

	Tipo_izaje	N	Perdidos	Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
Tiempo ciclo	izaje con skips	10	0	11.0	11.1	0.332	10.3	11.3
	izaje tradicional	10	0	35.5	35.5	1.081	34.0	37.4

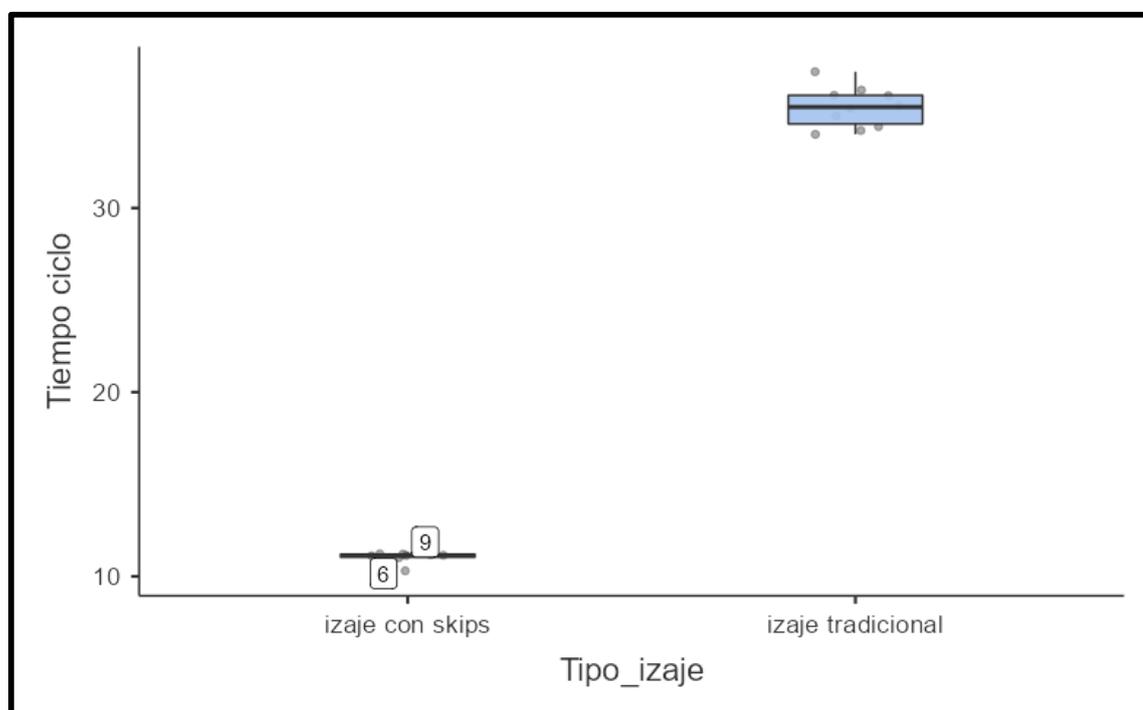


Figura 21 — Grafico de tiempo respecto al ciclo de izaje

ANEXO N° 03

Plano de sección de todo el trayecto del pique 4580 y la cámara de winche de izaje

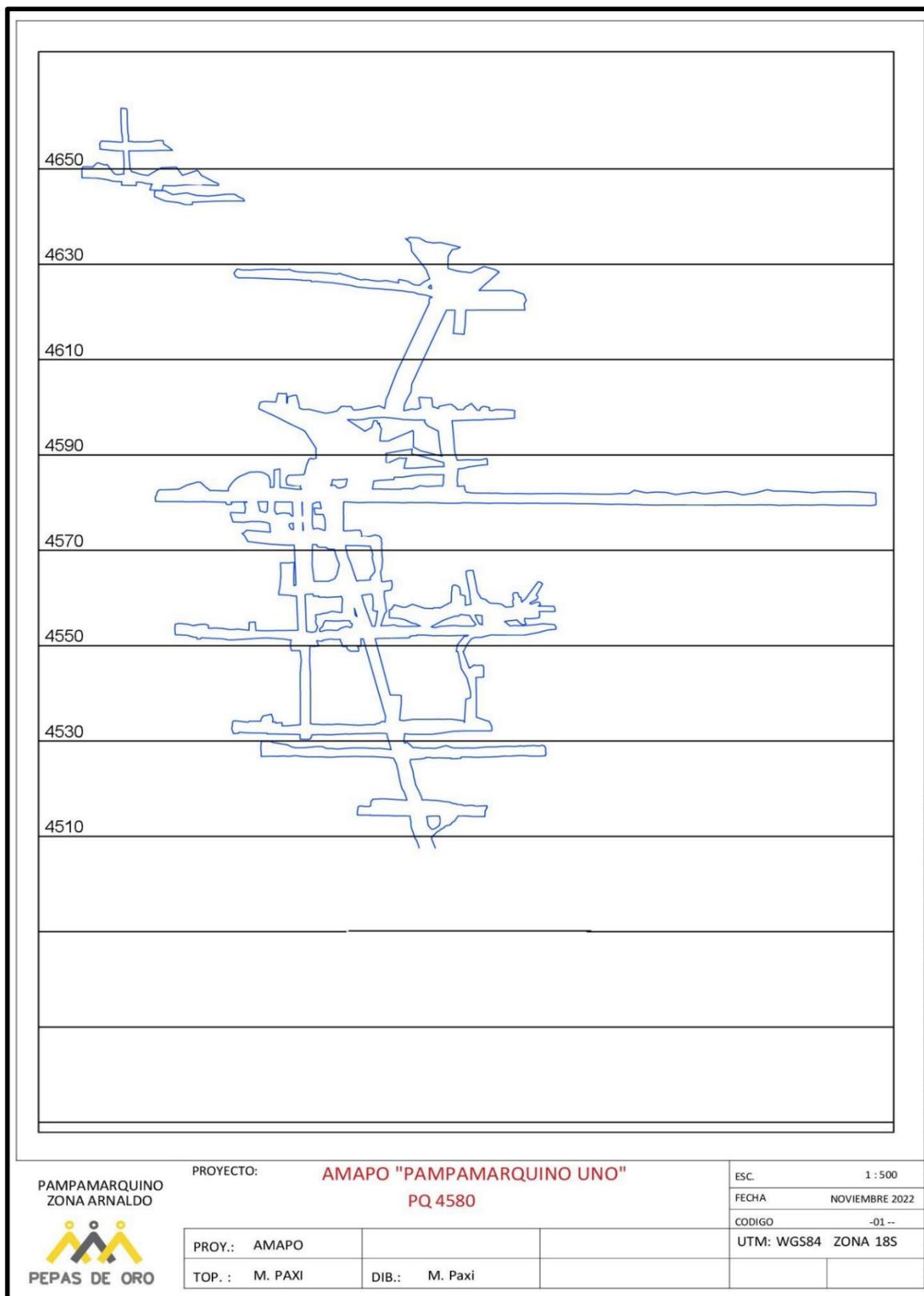


Figura 22 — Plano longitudinal de labores U.O.Pampamarquino



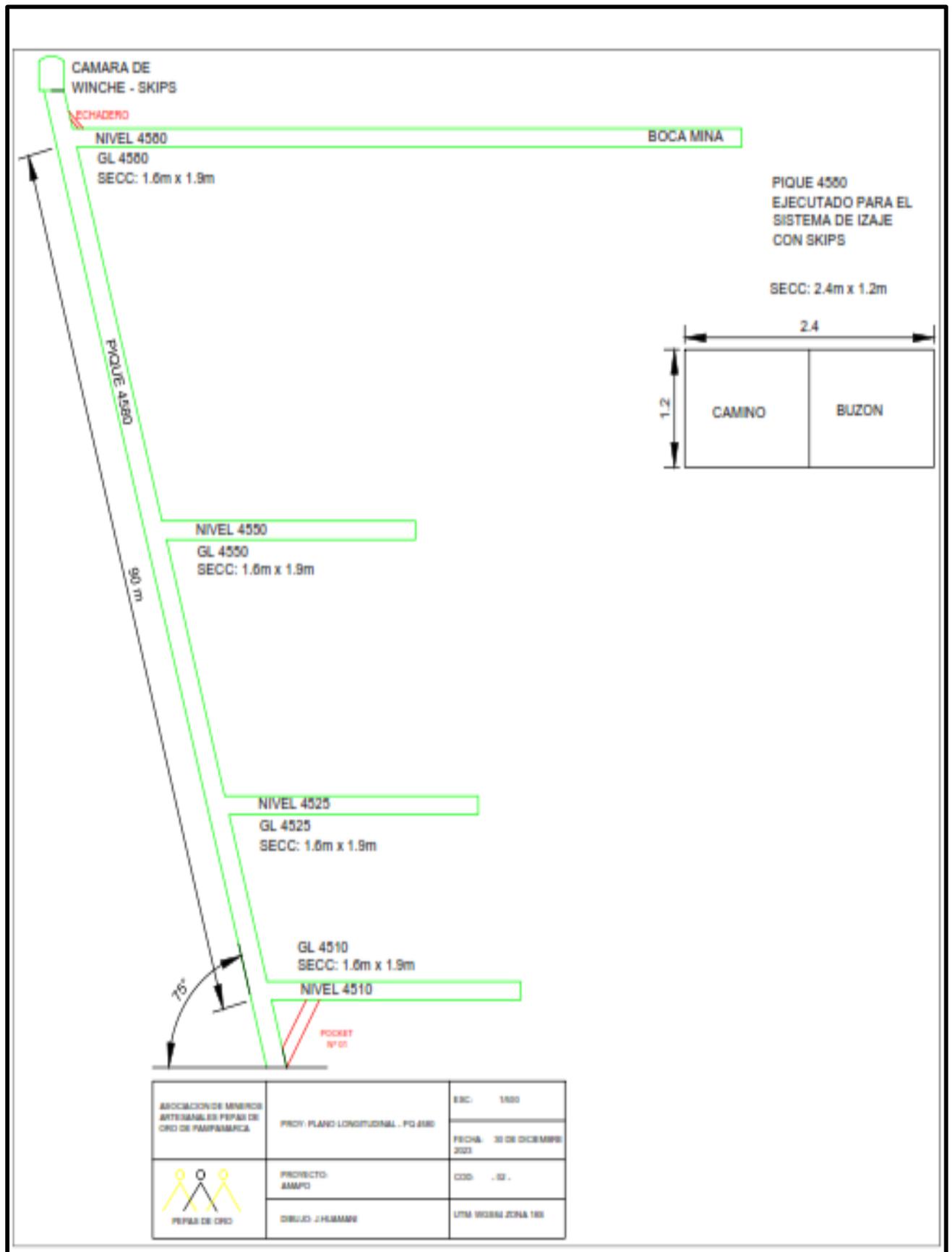


Figura 23 — Plano longitudinal del PQ – 4580



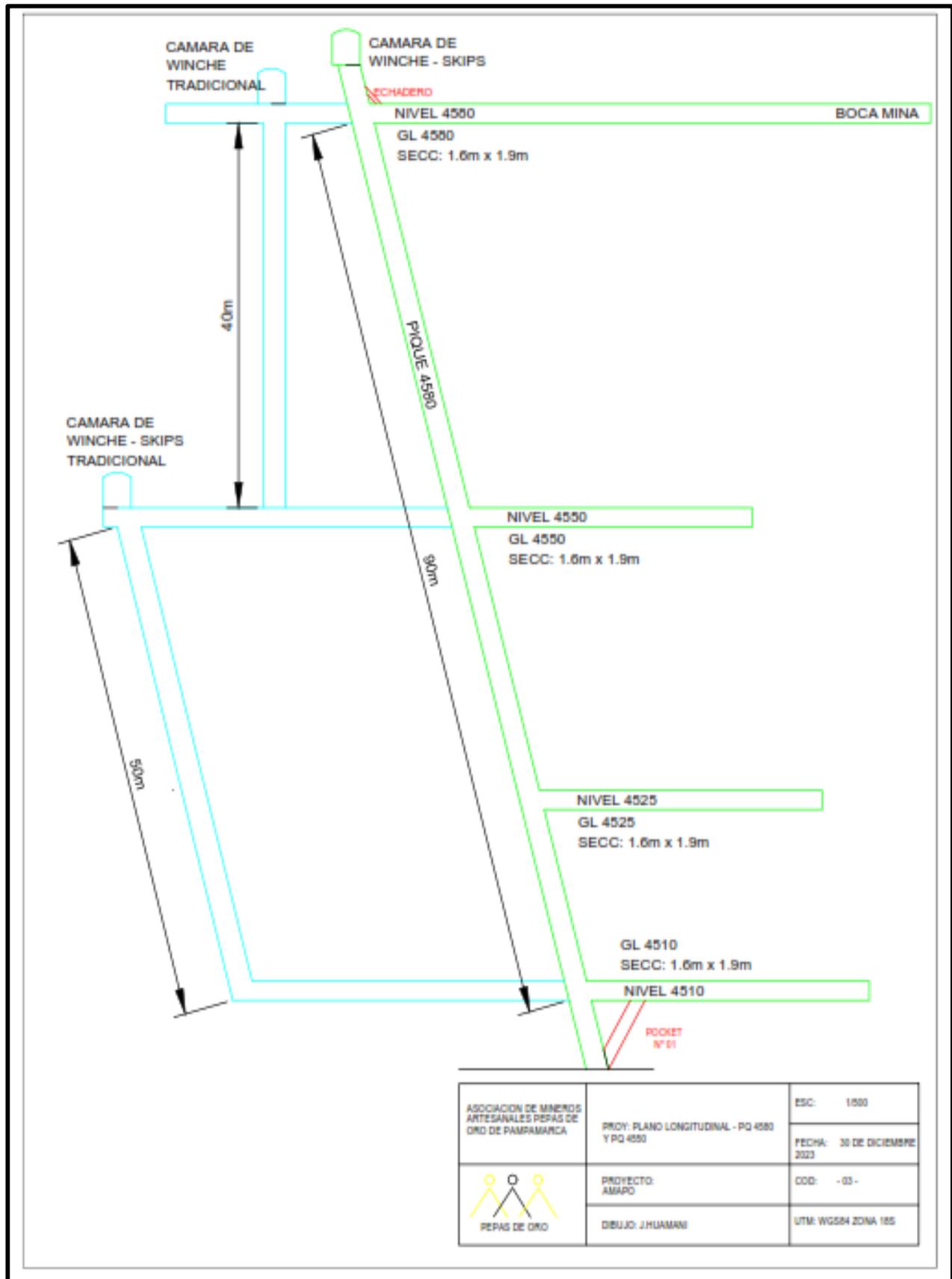


Figura 24 — Plano longitudinal del PQ 4580 Y PQ 4550

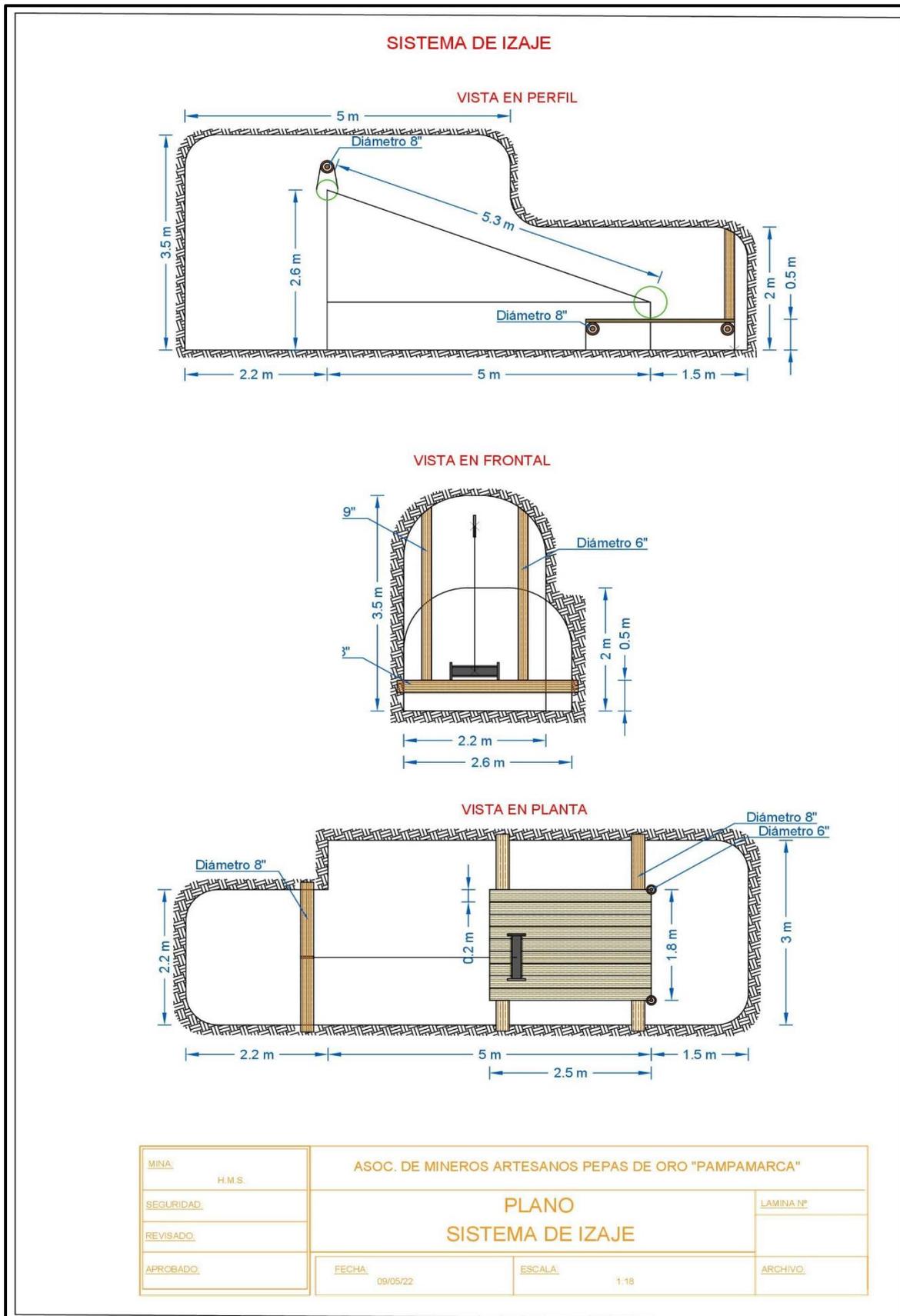


Figura 25 — Cámara del sistema de izaje



ANEXO N° 04

FOTOGRAFÍAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SKIPS



Figura 26 — Operando el sistema de izaje con Skips en el PQ 4580

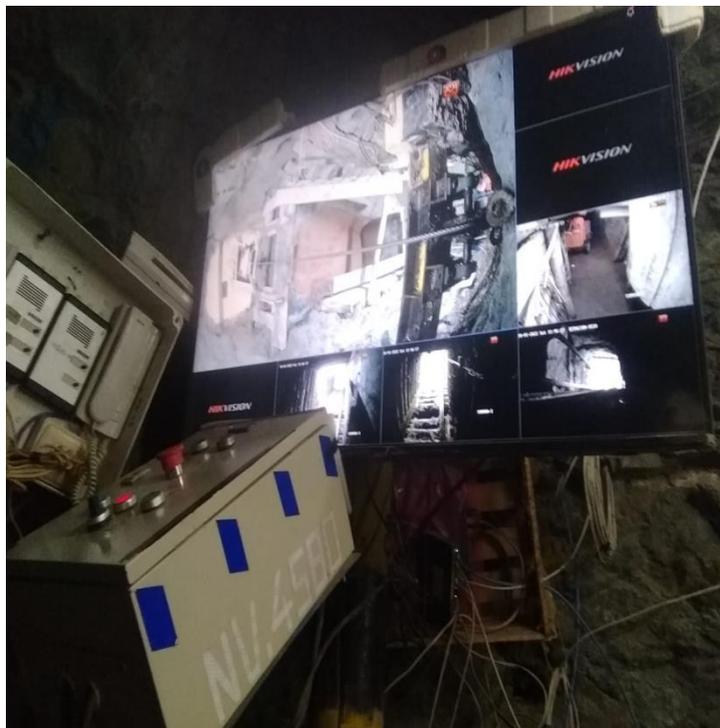


Figura 27 — Tablero y pantalla para el monitoreo del Skips en el PQ 4580



Figura 28 — Tambora del winche eléctrico modelo WGR3V



Figura 29 — Camara del operador implementado con el sistema de comunicación e izaje



Figura 30 — Realizando prueba en vacío del Skips

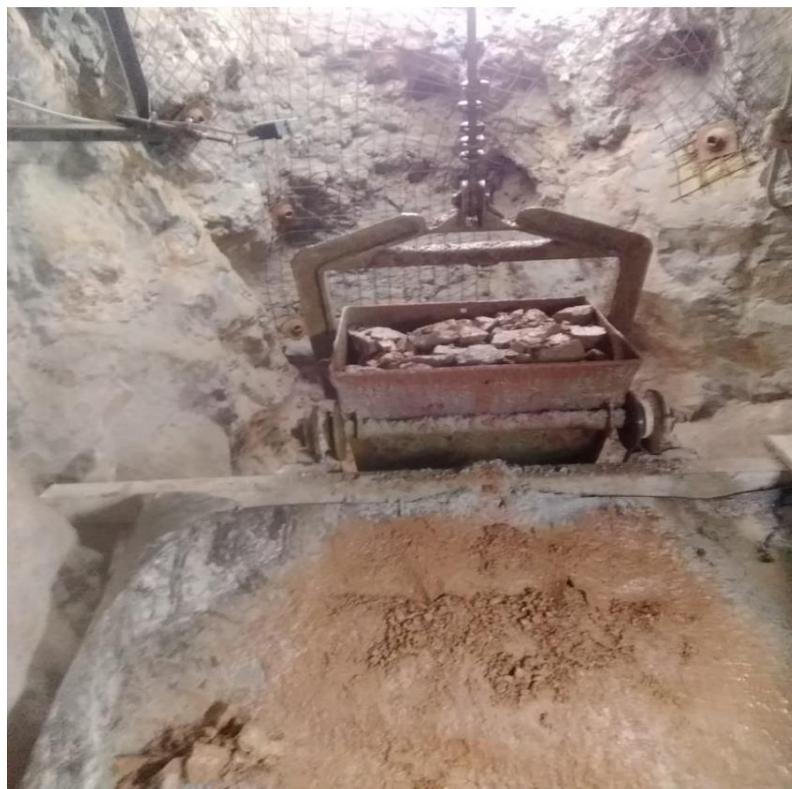


Figura 31 — Llegada del izaje de mineral en el Skips



Figura 32 — Tolveo de mineral en el echadero

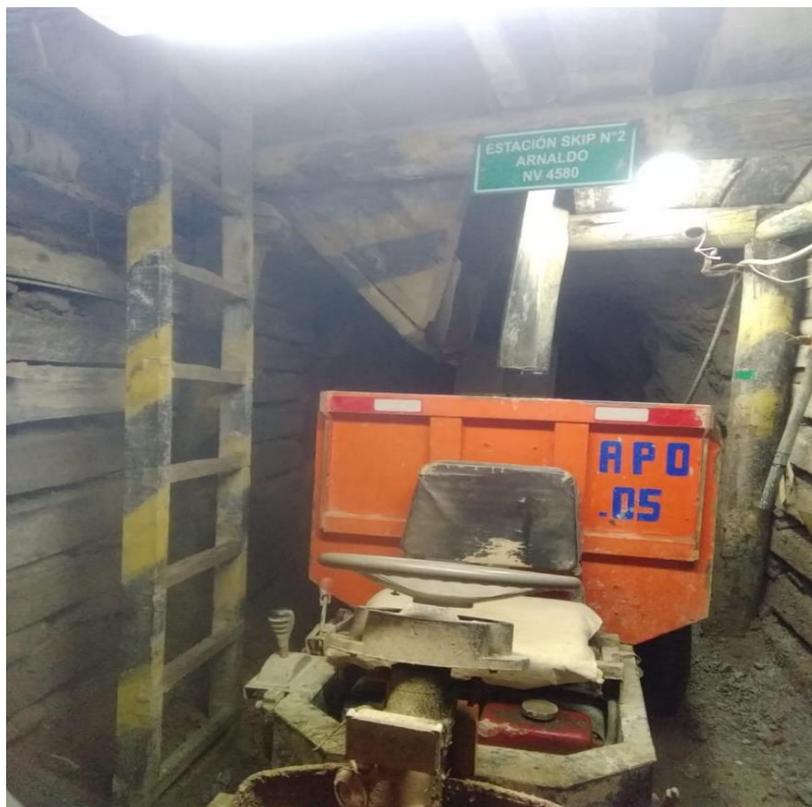


Figura 33 — El equipo Dumper recepcionando del echadero de mineral



Figura 34 — Riel y durmiente colocados en el trayecto del PQ 4580



Figura 35 — Profundización del PQ 4580