

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



SELECCIÓN DE MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN PARA VETAS ANGOSTAS

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PRESENTADO POR:

CECILIO VÍCTOR TORRES HUMIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS
SELECCIÓN DE MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN PARA VETAS ANGOSTAS

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR:

CECILIO VÍCTOR TORRES HUMIRI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

APROBADO POR:

PRESIDENTE

: 

Dr. Eugenio Alfredo Cámac Torres

PRIMER MIEMBRO

: 

Dr. Fernando Benigno Salas Urviola

SEGUNDO MIEMBRO

: 

Ing. Amilcar Giovanni Teran Dianderas

TEMA: Selección de método de explotación para vetas angostas

ÁREA: Ingeniería de Minas

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 08 de noviembre de 2019

DEDICATORIA

la presente trabajo de suficiencia profesional se la dedico a toda mi familia y amigos, principalmente a mi madre que ha sido un pilar fundamental en la formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, a mis hermanos por el apoyo incondicional que siempre me ofrecieron, a mi hija Anny por darme la fortaleza de seguir adelante, a mi esposa gracias por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión y por ultimo a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Ojalá algún día yo me convierta en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, a toda la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, a mis docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

ÍNDICE GENERAL

Pag.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
RESULTADOS.....	13
DISCUSIONES.....	15
CONCLUSIONES	16
LITERATURA CITADA.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las características principales de los métodos de minado	13
Tabla 2. Costo de Producción (US\$) entre Sublevel Stopping y Corte y Relleno ascendente convencional	14
Tabla 3: Estimación de costo de minado de Sublevel Stopping & Cut and Fill.	15
Tabla 4. Costo de minado y productividad mina promedio.	16
Tabla 5: Análisis comparativo total de costo de minado en los tres casos	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grafico de método de explotación de los métodos (US\$/TM)	14
---	----



Selección de métodos de explotación para vetas angostas

Selection of mining method for narrow veins



Cecilio Víctor, Torres Humiri

Bachiller en Ingeniería de Minas

<https://orcid.org/0000-0002-3076-3362>

torres.cvth10@gmail.com cel: 051-989737198

Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela
Profesional de Ingeniería de Minas

Av. Sesquicentenario N° 1153 – Ciudad Universitaria

RESUMEN

Se realiza un análisis comparativo de métodos de minado para vetas angostas, en la mina Morococha (Rondon-del Carmen, 2017), ya que el método de explotación es la estrategia global que nos permite hacer la explotación y extracción de un cuerpo mineralizado del modo técnica y económico a las condiciones, restricciones operacionales y naturales, se fundamenta en el análisis de las condiciones geológicas, geomecánicas, geométricas, hidrológicas y de entorno físico, además de la evaluación de las condiciones económicas. Donde su objetivo principal es investigar y desarrollar un análisis de selección de métodos de explotación para vetas angostas que se adecue más al terreno y que nos permita una obtener beneficios económicos y sociales, la selección del método de explotación se realizará entre Sublevel Stoping y Cut And Fill (Corte y relleno Ascendente), como principales métodos de extracción de minerales evaluando las características económicas de cada uno de ellos. Los resultados nos muestra que el método de Sublevel Stoping nos da un mayor índice de rentabilidad a bajo costo a diferencia del método Cut and Fill. De esta forma concluimos que el método que mejor se ajusta al terreno según sus condiciones geológicas sería Sublevel Stoping.

PALABAS CLAVE: Corte y relleno, vetas angostas, características geotécnicas, cuerpo mineralizado, criterios geológicos.

Selection of mining method for narrow veins

ABSTRACT

A comparative analysis of mining methods for narrow veins is carried out in the Morococha mine (Rondon-del Carmen, 2017), since the exploitation method is the global strategy that allows us to exploit and extract a mineralized body in the way technical and economic conditions, operational and natural restrictions, is based on the analysis of geological, geomechanical, geometric, hydrological and physical environment conditions, in addition to the evaluation of economic conditions. Where its main objective is to investigate and develop an analysis of selection of exploitation methods for narrow veins that are more appropriate to the land and that allow us to obtain economic and social benefits, the selection of the exploitation method will be made between Sublevel Stoping and Cut And Fill (Ascendant Cut and Fill), as the main methods of mineral extraction evaluating the economic characteristics of each of them. The results show us that the Sublevel Stoping method gives us a higher rate of return at low cost unlike the Cut and Fill method. In this way we conclude that the method that best fits the terrain according to its geological conditions would be Sublevel Stoping.

KEY WORDS: Cut and fill, narrow streaks, geotechnical characteristics, mineralized body, geological criteria.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a que existe una variedad de métodos de explotación para vetas angostas, la problemática a resolver consiste en evaluar que métodos nos otorga un mejor resultado técnico económico de acuerdo a las propiedades y características del macizo rocoso, características geométricas del yacimiento y el estado tensional in situ, puesto que se trata de vetas angosta (Muruaga-Rojas, 2016)

La evaluación para la selección de métodos de explotación se basa en la recolección de técnicas económicas donde el área de costo nos proporcionara detalladamente los costos unitarios de cada actividad minera, para luego realizar un seguimiento a cada una de las labores unitarias de la operación de trabajo para de esta forma tener datos más exactos a la realidad y obtener resultados que nos ayuden a elaborar el método óptimo para explotar el yacimiento (Rondon-del Carmen, 2017 p 84)

El objetivo principal de la investigación es desarrollar un análisis de selección de métodos de explotación para vetas angostas que se adecue al cuerpo mineralizado y sus condiciones geológicas, a su vez que nos permita obtener beneficios económicos y sociales.

La selección del método de explotación se realizará entre Sublevel Stopping y Cut And

Fill (Corte y relleno Ascendente), como principales métodos de extracción de minerales evaluando las características económica de cada uno de ellos (Muruaga-Rojas, 2016) p12.

La hipótesis general de la investigación es realizar un análisis comparativo, según sus características del yacimiento de cuál de los métodos de explotación subterránea para vetas angostas nos reducirá el costo de operación.

Como antecedentes desarrollados en vetas angostas tenemos:

Rondon-del Carmen, (2017) “La implementación de este método en vetas angostas experimentalmente se inició con alturas de banco entre 13 y 15 mts, los que tuvieron fuertes problemas de desviación de taladros en la perforación, en la actualidad la altura de banco en promedio está en 14 m. El buzamiento de las vetas tiene un promedio de 75°, una inclinación favorable en el desplazamiento del material dentro del tajo. Existe una regular continuidad en la mineralización lo cual hace factible la aplicación de éste método” (p 13)

Según (Lopez-Valverde, 2017) “La importancia de las características del macizo rocoso en la posibilidad de la aplicación de un método de minado y su

influencia en el dimensionamiento de las explotaciones, pueden servir como criterios para realizar una clasificación de los mismos, basada en la resistencia del citado macizo rocoso, comprendiendo en él, no solo las rocas en la que se arma el bloque a ser explotado, sino también las que constituyen el mismo y son objeto del laboreo de la mina” (p 7)

Según (Toribio-Jurado, 2019). “El método Sublevel Stoping también se pueden aplicar en vetas angostas. Las zonas por donde se realizará la extracción de mineral se ubica en la base del bloque, sin embargo, el nivel de producción se realiza fuera de las zonas de mineral. Puesto que se trata de la explotación de una veta angosta posee una potencia menos a 2.7 m, es posible tener unidades de explotación estables de mayores dimensiones. Cuando en las operaciones mineras la altura de banco de la explotación está parametrizada por el largo de la perforación, pero se puede tener distintos subniveles de perforación dentro del tope” (p 36).

Aquino-Aquino, (2017) “El método de minado que se adapta mejor a las condiciones naturales encontradas, desde el punto de vista técnico, es el "corte y relleno" (Cut & Fill - C&F), para todo el rango de condiciones geomecánicas encontradas en la Mina Chipmo. Este es el

método de minado que se utiliza actualmente” (p 72).

Tacsa-Ricapa & Quispe-Fernandez, (2015). “La determinación del método de minado se realiza con el método cuantificado de Nicholas, con una consecuente evaluación del ritmo de producción, costos, reservas minables y valor de mineral, donde se evalúa la dilución. A su vez nos deja alternativas para las condiciones geológicas y geomecánicas del yacimiento, estas alternativas son el método de minado Sublevel Stoping y Corte y Relleno ascendente mecanizado” (p 87).

Villalta-Colca, (2018) nos indica que “los resultados que se muestran nos sugieren tres alternativas siendo la primera alternativa el método de minado Cut and Fill Stoping con un puntaje de 35, en la Unidad San Cristóbal este método de explotación es el que se ha aplicado en la zona alta encima de Nivel 920 los resultados de control de estabilidad del macizo rocoso no han sido satisfactorios generándose desprendimiento de rocas con consecuencias desfavorables en el cumplimiento de normas de seguridad minera, considerando que el factor de seguridad en esta zona ha sido de 0,95 por debajo de 1,00 que demuestra la inestabilidad, en el marco de esta realidad se ha optado por el método de explotación de Sublevel Stoping” (p 91)

Según el método de minado de (Antonio-Ordoñez, 2017), “Partiendo del Corte y Relleno Ascendente, con la adición de la perforación con taladros largos en vetas angostas mediante subniveles, dan origen a la variante “Bench and Fill” – Banco y relleno, el cual mantiene la esencia del método porque se usa un relleno detrítico continuo con la finalidad de estabilizar el área abierta, manteniendo siempre una luz de 10 – 15 m entre el avance de la cara libre del tajeo y el pie del talud relleno” (p 55).

Se realizara un estudio de las características del yacimiento para obtener un método de explotación donde debemos seguir los siguientes parámetros para su elección (Rodríguez-Cayllahua, 2016 p 1):

- * Las condiciones del terreno de la caja piso (footwall), caja techo (hanging wall) y mineral
- * Las características físicas y geológicas del yacimiento.
- * Minería y de capital costos.
- * Ritmo de extracción de minería.
- * Consideraciones ambientales.
- * Disponibilidad y costo de mano de obra.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realiza este estudio según la tesis de título “Análisis comparativo entre los métodos de explotación Sublevel Stopping vs Corte y

Relleno convencional en la mina Morococha” (Rondon-del Carmen, 2017),

Para muchos casos, la geometría del yacimiento corresponde a un factor dominante para establecer el método de explotación adecuado. Otro factor que influye en la selección de métodos de explotación son las características geotécnicas de la roca y de su mineralización, donde la mayoría de los métodos a seleccionar utilizan las mismas características geotécnicas del terreno estos ya sean por exploraciones directas o indirectas del yacimiento de manera que se aproxima para la elección de métodos que se emplean para vetas angostas como son Sublevel Stopping o Cut and Fill donde estas serán evaluadas para su elección (Muruaga-Rojas, 2016 p 37)

“La elección de un método de explotación de minería asume un ligero conocimiento superficial de los mismos métodos. También asume una breve comprensión del control de tierra y manipulación del equipo de excavación y construcción, en el procedimiento formal de diseño de una mina, la elección de los métodos de minería continúa luego de los estudios geológicos y geotécnicos y reciben información directamente del diagrama crucial de los hitos de las regiones cuyas características son delimitados con métodos de la minería prospectiva”(Campos-Arzapalo, 2013)

Desarrollamos algunas especificaciones para la elección de un método de minado los cuales son:

Características espaciales del depósito

Son de mucha importancia para determinar un método de explotación ya que esto nos indicará la tasa de producción y manejo de materiales, para ello se deberá realizar un estudio de (Exploracion de Minas, 2010):

- Tamaño del cuerpo mineralizado (alto, ancho o potencia de la veta)
- Forma (tabular, lenticular, masiva, irregular)
- Disposición (vertical, inclinado)
- Profundidad (media, valores extremos y razón de sobrecarga)

Condiciones geológicas e hidrológicas:

Son las condiciones que afectan para usar métodos selectivos o no selectivos de un minado para ello se deberá hacer estudio sobre el mineral y su roca caja de yacimiento:

- Requerimiento de drenaje y bombeo
- Mineralogía es importante para procesos
- Mineralogía y petrografía (óxidos y sulfuros)
- Composición química
- Estructura del depósito (fallas, pliegues, discontinuidades, intrusiones)
- Planos de debilidad (fracturas, grietas, y clivaje)

- Uniformidad, alteración, meteorización (zonas, límites)
- Aguas subterráneas e hidrología (flujo, ocurrencia, nivel freático)

Consideraciones geotécnicas

Las características geotécnicas del yacimiento son de suma importancia en la selección de un método de explotación, donde se tomara en cuenta los siguientes parámetros (Exploracion de Minas, 2010):

- Estado de los esfuerzos (originales y modificados por la excavación)
- Propiedades elásticas
- Comportamiento elástico o visco elástico
- Consolidación, compactación, competencia
- Otras propiedades físicas (huecos, gravedad específica, permeabilidad y porosidad)

Consideraciones económicas

es la fase de comprobación que nos indica la viabilidad del proyecto y su éxito donde debemos tener en cuenta lo siguiente (Exploracion de Minas, 2010):

- Reservas (tonelaje y ley)
- Productividad
- Taza de producción
- Vida útil de la mina (desarrollo y explotación)
- Costo de la mina en base al método a explotar

- Periodo de retorno

Factores tecnológicos

Es la etapa donde ya conocidos las características del yacimiento tanto subterráneo como superficial se busca una compatibilidad con el método de explotación para un trabajo seguro y eficaz (Exploración de Minas, 2010):

- Porcentaje de recuperación
- Disolución
- Flexibilidad a cambios en la interpretación o condiciones
- Concentración o dispersión de frentes de trabajo
- Capital, mano de obra y mecanización

Factores medioambientales

No solo en el terreno físico sino también en ambiente social, político y económico donde se tomara en cuenta (Exploración de Minas, 2010):

- Control de aperturas para prevención de accidentes
- Subsistencia o efectos de hundimiento en superficie
- Control atmosférico (ventilación, control de calor, control de calidad, y humedad)
- Productividad (producción por unidad de mano de obra y tiempo)
- Fuerza laboral (reclutamiento, entrenamiento seguridad e higiene,

vivienda, condiciones de la comunidad, etc.)

Métodos de explotación mineras para vetas cortas

Para el método de explotación de vetas angostas consideramos dos tipos de extracción de minerales que se adecuen a las características de los cuerpos mineralizados para vetas angostas (Exploración de Minas, 2010).

- Sublevel Stopping
- Cut and Fill (Corte y Relleno Ascendente)

Por lo que existen varias teorías de autores que han desarrollado estudios para la selección de métodos de explotación entre ellos tenemos (Rodríguez-Cayllahua, 2016):

- Boshkov and Wright(1973)
- Hartman (1987)
- Morrison (1976)
- Laubscher (1981)
- Nicholas (1981)

Los métodos de explotación Sublevel Stopping y Cut and Fill son casi similares para su aplicación en la explotación de cuerpos mineralizados, pero cada uno de ellos tienen sus características particulares los cuales son resumidos en. (Tabla 1)

Tabla 1. Resumen de las características principales de los métodos de minado

MÉTODO DE MINADO	SUBLEVEL STOPPING		CUT AND FILL	
	ACEPTABLE	ÓPTIMO	ACEPTABLE	ÓPTIMO
GEOMETRÍA DEL YACIMIENTO				
FORMA	Cualquiera	Tabular	Cualquiera	Tabular
POTENCIA	>5.0m	>10.0m	Cualquiera	>3.0m
BUZAMIENTO	>45°	>65°	>30°	>60°
TAMAÑO	Cualquiera	>10Mt	Cualquiera	Cualquiera
REGULARIDAD	Media	Baja	Cualquiera	Regular
ASPECTOS GEOTÉCNICOS				
RESISTENCIA (TECHO)	influye poco	>500k/cm2	>30MPa	>50MPa
RESISTENCIA (MENA)			s/profundidad	>50MPa Media-
FRACTURACIÓN (TECHO)	Media	Baja	Alta-Media	Baja
FRACTURACIÓN (MENA)			Media-Baja	Baja
CAMPO TENSIONAL IN.SITU (PROFUNDIDAD)	<2000m	<1000m	Cualquiera	<1000m
COMPORTAMIENTO TENSO-DEFORMACIONAL	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico
ASPECTOS ECONÓMICOS				
VALOR UNITARIO DE LA MENA	Bajo	N.A.	Media-Alta	Alto
PRODUCTIVIDAD Y RITMO DE EXPLOTACIÓN	Alto	N.A.	Media-Baja	N.A.

Fuente: (Lopez-Valverde, 2017)

III. RESULTADOS

Para la elección de un método de explotación adecuada, se realiza una supervisión eficaz desde el inicio de las operaciones unitarias hasta su culminación sin descuidar ningún detalle, esto para obtener datos más precisos en el terreno (in situ), de los parámetros que influyen en cada una de las operaciones unitarias, ya obtenidos los datos del terreno in-situ. Llevamos los datos recogidos en campo para realizar su procesamiento en gabinete (área de planeamiento), esto para obtener parámetros que determinan los objetivos de la productividad (TM/día) y su costo de producción/día

“Existen muchas combinaciones de parámetros de entrada para presentar los resultados del modelo de selección. Se realizar un trabajo conciso, se determinan los parámetros de entrada que sean representativos del presente caso de estudio. A continuación, se presentan los criterios de selección para los parámetros de entrada.”(Muruaga-Rojas, 2016)p83
Haciendo un seguimiento eficaz se obtuvo datos reales en la mina Morococha, en donde nos da como resultado de los costos en general. (Tabla 2)

Tabla 2. Costo de Producción (US\$) entre Sublevel Stoping y Corte y Relleno ascendente convencional

CENTRO DE COSTOS	SUBLEVEL STOPING (US\$/TM)	CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CONVENCIONAL (US\$/TM)
GEOLOGÍA	3,5	3,5
MINA (COSTO DE OPERACIÓN)	19,71	37,25
PLANTA DE FILTRADO DE RELAVES	8,5	8,5
MANTENIMIENTO	12,2	12,2
PLANTA CONCENTRADORA	3,7	3,7
APORTE DE OPERACIONES	6,2	6,2
REGALÍAS	1,3	1,3
DESARROLLO COMUNITARIO	2,2	2,2
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN (US\$/TM)	57.61	75.15

Fuente: (Rondon-del Carmen, 2017)

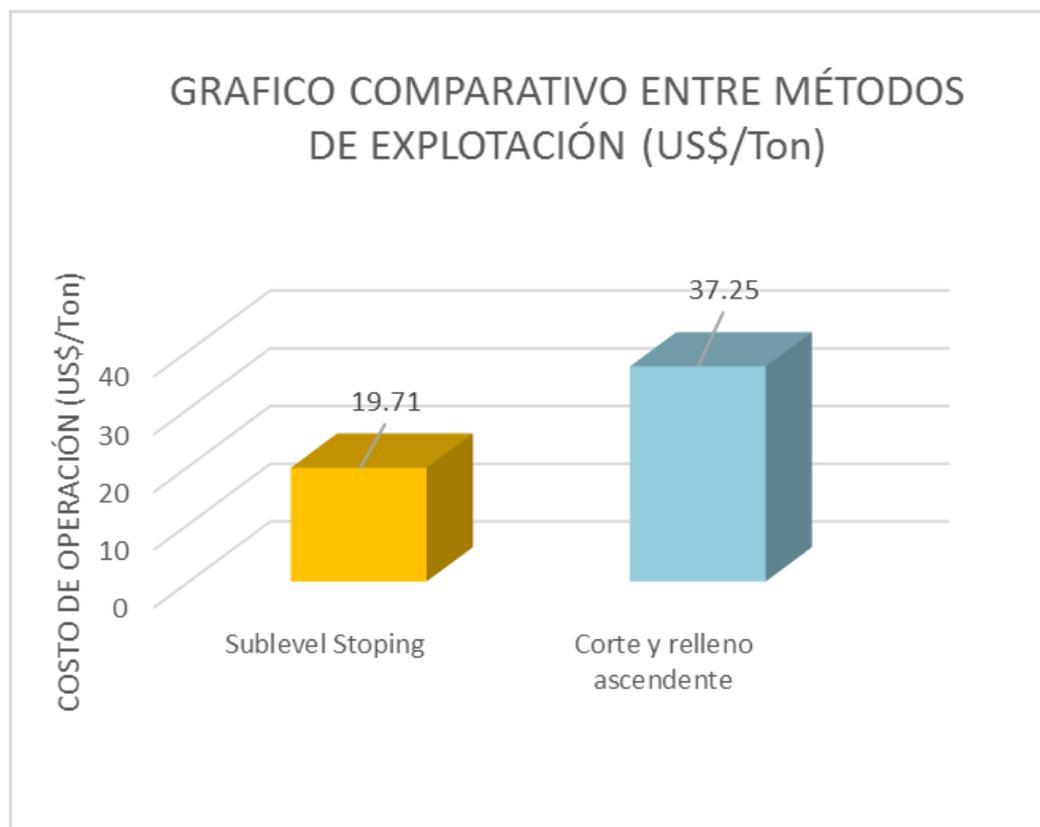


Figura 1. Grafico de método de explotación de los métodos (US\$/TM)

Fuente: Pan American Silver – U.P. Morococha – Dpto. Costos y presupuestos ((Rondon-del Carmen, 2017)

IV. DISCUSIONES

Haciendo recolección de datos académicos encontramos los siguientes casos en los cuales se utilizó el método numérico de Nicholas (1981):

Caso 01: Investigación realizado de título “*Selección de Método de Minado*” (Lopez-Valverde, 2017). (Tabla 3)

Tabla 3: Estimación de costo de minado de Sublevel Stopping & Cut and Fill.

	Costo de minado de Cut and Fill Stopping (US\$/TM)	Costo de minado de Sublevel Stopping (US\$/TM)
PREPARACIONES	6.01	6.89
EXPLOTACIÓN	21.73	11.71
PERFORACIÓN	2.35	1.92
VOLADURA	1.13	0.81
ACARREO	4.16	2.22
SOSTENIMIENTO	5.99	0
TRANSPORTE	3.36	3.84
RELLENO	3.08	1.25
SERVICIOS AUXILIARES	1.66	1.66
SERVICIOS		
ADMINISTRATIVOS MINA	3.53	2.49
SERVICIOS AUXILIARES MINA	4.35	4.35
COSTO DE MINADO	35.62	25.44

Fuente: (Lopez-Valverde, 2017)

Caso 02: Tesis de pre-grado de título “*Selección del método de minado masivo para vetas angostas en la U.E.A. Caudalosa Grande, en Castrovirreyña Compañía Minera S.A.*” (Tabla 4)

Tabla 4. Costo de minado y productividad mina promedio.

	Costo de minado Corte y Relleno Ascendente (US\$/TM)	Costo de minado de Sub level Stoping (US\$/TM)
COSTO DE MINADO	15.404	14.983

Fuente: (Tacsá-Ricapa & Quispe-Fernandez, 2015)

Haciendo un análisis comparativo: de los 3 casos: (Tabla 5)

Tabla 5: Análisis comparativo total de costo de minado en los tres casos

	Costo de minado de Cut and Fill Stoping (US\$/TM)	Costo de minado de Sublevel Stoping (US\$/TM)
TEMA	37.25	19.71
CASO 01	35.62	25.44
CASO 02	15.404	14.983

Fuente: Propio

V. CONCLUSIONES

La elección del método de explotación según sus características geológicas en los casos presentados sería de Sublevel Stoping ya que representa un menor costo en sus operaciones.

Para seleccionar el método de explotación se debe tener en cuenta las reservas de mineral, teniendo en cuenta los aspectos geotécnicos, económicos y la geometría del cuerpo mineralizado.

LITERATURA CITADA

Antonio-Ordoñez, W. (2017). *Aplicación de taladros largos en vetas angostas caso*

Mina Austria Duras Morococha (Universidad Continental). Retrieved from <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4165>

Aquino-Aquino, J. L. (2017). *Análisis comparativo entre los métodos de explotación sub level stoping vs corte y relleno convencional en la Mina Morococha* (Universidad Nacional de Ingeniería). Retrieved from <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/16410>

Campos-Arzapalo, E. (2013). Elección de métodos de explotación minera. *15 Noviembre*, 11. Retrieved from <http://www.revistaseguridadadminera.co>

- m/operaciones-mineras/elección-de-métodos-de-explotación-minera/Exploración de Minas. (2010). *Explotación de Minas - Selección de Método. 1*, 271–338. Retrieved from file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Apunte_MI57E_26_32 (2).pdf
- Lopez-Valverde, C. (2017). *Selección del método de minado*. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/348096444/SELECCIÓN-DEL-MÉTODO-DE-MINADO>
- Muruaga-Rojas, S. I. (2016). *Selección de métodos de explotación para vetas angostas* (Universidad de Chile). Retrieved from <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/139743>
- Rodríguez-Cayllahua, G. (2016). *Selección del método de minado según Nicholas* (p. 7). p. 7. Retrieved from <https://centrogeotecnico.com/blog-geotecnia-geomecanica/selección-del-método-de-minado-segun-nicholas.html>
- Rondon-del Carmen, C. E. (2017). *Análisis comparativo entre los métodos de explotación sub level stoping vs corte y relleno convencional en la Mina Morococha* (Universidad Nacional de San Agustín). Retrieved from <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2569>
- Tacsa-Ricapa, J. R., & Quispe-Fernandez, A. (2015). *Selección del método de minado masivo para vetas angostas en la U.E.A. Caudaloza Grande, en Castrovirreyna Compañía minera S.A.* (Universidad Nacional del Centro del Peru). Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2186>
- Toribio-Jurado, C. (2019). *Minado por sub level stoping en vetas angostas para optimizar la rentabilidad del TJ 882 en la compañía Minera Kolpa S.A. - Huancavelica 2018* (Universidad Nacional del Centro del Peru). Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5190>
- Villalta-Colca, R. S. (2018). *Aplicación del método de explotación por taladros largos en veta Virginia de la unidad San Cristobal de la compañía minera Volcan S.A.A.* (Universidad Nacional del Altiplano). Retrieved from file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Villalta_Colca_Roger_Sergio (1).pdf