

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**“EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
IZAJE Y TRANSPORTE, PIQUE 420, UNIDAD MINERA ANTAPITE - 2019.”**

PRESENTADO POR:

Bach. PALOMINO RIVERA, MIKY NELSON

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

AYACUCHO

DICIEMBRE - 2019

DEDICATORIA

A Dios, por su iluminación e inmensa bendición; a mis padres, Emilia y Raul, por su inmenso amor y apoyo incondicional y a mi única hermana Rosmery.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo no hubiera sido posible si no por la oportunidad brindado por el Ing. Carlos Bautista (Gerente de operaciones GEMIN MINIG COSTRUCTION).

A mi alma mater Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, que gracias a la formación recibida de la plana adquirí conocimientos básicos para poder realizar el presente trabajo de investigación.

A todos ellos mi reconocimiento y mi gratitud.

RESUMEN

En la industria minera una de las operaciones de mayor costo es la extracción de minerales y se realiza mediante el uso de rampas, inclinados y piques. La Unidad Minera Antapite se encuentra en la actualidad en reapertura, para lo cual el sistema de extracción actual es muy costoso llegando a 3.53\$/TMH, razón por la cual el objetivo de la investigación de dar a conocer la influencia en costo de minado del transporte de mineral en la Mina Antapite con locomotoras y volquetes desde el nivel 3240 hacia la planta de tratamiento, para este trabajo se realizó mediante el tipo de investigación aplicada y cuantitativo, mediante el cual se plantea la propuesta del proyecto de prolongación ascendente del pique 420 desde el nivel 3240 que resulta óptimo pues minimiza el costo de transporte de mineral en \$ 257, 040.00 por año, esta reducción es porque se elimina el transporte con locomotoras, reducción la distancia de mina – planta en 2 km logrando aumentar el rendimiento de los volquetes de 0.6 viajes/hr a 0.8 viajes/hr. Así mismo se incrementó la producción de 500TMH/día a 600 TMH/día reduciendo el costo de operación en transporte de 3.53 \$/TMH a 1.74 \$/TMH, estos resultados repercuten en el costo de minado reduciendo de 69.98 US\$/TMH a 68.19 US\$/TMH logrando optimizar al año \$ 257,040.00 por transporte y \$ 3,466,335.60 por aumento de producción. Esta optimización está reflejada en la evaluación económica del proyecto es positivo con un B/C de 1.02, con un VAN de 659.756,39, con un TIR de 62,82%, y con Pay black (año) de 1.23 lo cual nos indica que la recuperación de la inversión será en 1.23 años con una utilidad de 18% y con una tasa de descuento de 15%.

Palabras Claves.- Izaje de minerales, evaluación económica, ejecución de piques, costos de transporte de mineral.

ABSTRACT

In the mining industry one of the most expensive operations is the extraction of minerals and is carried out by using ramps, inclines and pikes. In the Antapite Unit is currently in reopening, for which the current extraction system is very expensive reaching 3.53\$/TMH, which is why the objective of the research to publicize the influence on the mining cost of the transport of ore in the Antapite Unit with locomotives and dumptrucks from level 3240 to the treatment plant, for this work was carried out through the type of applied and quantitative research, through which the proposal is proposed 420 pique rise from level 3240 which is optimal because it minimizes the cost of transporting ore by \$257, 040.00 per year, this reduction is because it eliminates transport with locomotives, reduction of the mine distance – plant by 2 km managing to increase the performance of the dumpers of 0.6 trips/hr to 0.8 trips/hr. Production was also increased from 500TMH/day to 600 TMH/day reducing the cost of operation in transportation from \$3.53/TMH to \$1.74/TMH, these results have an impact on the cost of mining from 69.98 US\$/TMH to 68.19 US\$/TMH, optimizing \$257,040.00 per transport per year and \$3,466,335.60 per production increase. This optimization is reflected in the economic evaluation of the project is positive with a B/C of 1.02, with a VAN of 659,756.39, with a TIR of 62.82%, and with Pay back (year) of 1.23 which indicates that the return of investment will be in 1.23 years with a profit of 18% and with a discount rate of 15%. Key Word.- Mineral izaje, economic evaluation, execution of piques, transport costs

KEY WORDS: Operating costs, optimization, mineral transport, performance, project.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país de origen minero esto debido a la riqueza de sus yacimientos en todo nuestro territorio peruano, razón por la cual en los últimos años viene incrementando los proyectos mineros en diversas regiones y reabriendo unidades mineras cerradas por diversos motivos como el caso de la Mina Antapite. Por otro lado, el mercado actual con lleva a que estas empresas sean competitivas en el mercado internacional, optimizando sus operaciones a pesar que en la actualidad estas empresas se ven obligados a profundizar sus yacimientos para seguir vigentes.

Uno de los problemas económicos es la extracción de minerales que es una de las actividades más costosas a medida que se va profundizando la mina, razón por la cual las diversas empresas realizan estudios técnico económicos que les permita ser rentables la explotación de estos minerales, la Compañía Antapite presenta el agotamiento de los recursos de minerales, para lo cual se ve obligado a optimizar el costo de extracción a través de la implementación del “Estudio Técnico Económico del Proyecto de Prolongación Ascendente del Pique 420 Desde el Nivel 3240 Unidad Minera Antapite - 2019.”

Esta prolongación de 82 metros del Pique vertical 420 permitirá mejorar el acceso a interior mina y reducir en 1.5 Km de distancia de extracción de las reservas de veta Katy, Verónica, Antapite, Pampeñita y Zorro Rojo del Nv 3190, 3240 y 3285, permitiendo el incremento de la producción diaria de la CIA. Minera Sierra Antapite SAC de 500 TMH a 600 TMH para ello la presente investigación se realizaron en los siguientes capítulos:

CAPITULO I: Contiene los aspectos generales de la Mina Antapite, referidos a la ubicación y accesibilidad, clima y vegetación, Antecedentes y Recursos

CAPITULO II: Consta de aspectos de la metodología de la investigación, planteamiento del problema, objetivos e hipótesis, tipo de investigación, diseño de investigación, población, muestra, identificación de variable.

CAPITULO III: Trata sobre la geología general, estratigrafía, geomorfología, geología estructural, geología económica; Geomecánica general, clasificación mecánica GSI, zonificación geomecánica, ensayos de laboratorio; estudio técnico económico del proyecto de prolongación de pique 420, cálculo del ciclo de izaje y costos CAPEX y OPEX.

CAPITULO IV: estudio técnico económico del proyecto de prolongación de pique 420, cálculo del ciclo de izaje y costos CAPEX y OPEX.

CAPITULO V: Refiere sobre los resultados de la investigación como los cálculos del VAN, TIR, B/C y Pay back.

Finalmente se culminamos el proyecto con las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y los anexos.

Índice

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPITULO I

1. GENERALIDADES	12
1.1. Ubicación y Accesibilidad.	12
1.2. Fisiografía.	14
1.3. Suelos	14
1.4. Climatología.....	15
1.5. Medio Ambiente Biológico.....	16
1.6. Medio Ambiente Socio-Económico y Cultura.....	17
1.7. Índice de Desarrollo Humano:	17

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	18
2.1. Metodología	18
2.1.1. Tipo de Investigación.	18
2.1.2. Diseño de Investigación.	18
2.1.3. Nivel de Investigación.....	18
2.2. Población y Muestra.....	18
2.2.1. Población.....	18
2.2.2. Muestra.....	19
2.3. Planteamiento del Problema.....	19
2.4. Formulación del Problema	19

2.4.1. Problema Principal.....	19
2.4.2. Problemas Específicos.....	20
2.5. Objetivos.....	20
2.5.1. Objetivo General.....	20
2.5.2. Objetivos Específicos.....	20
2.6. Justificación e Importancia.....	21
2.6.1. Justificación.....	21
2.6.2. Importancia.....	21
2.7. Hipótesis.....	22
2.7.1. Hipótesis Principal.....	22
2.7.2. Hipótesis Específicos.....	22
2.8. Variables Dependientes e Indicadores.....	22
2.8.1. Variables Dependientes.....	22
2.8.2. Variables Independientes.....	23
2.9. Metodología de Técnicas de Recolección de Datos, Descripción de los Instrumentos	23
2.9.1. Método.....	23
2.9.2. Técnica.....	23
2.9.3. Instrumentos de Recolección de Datos.....	24
2.10. Materiales.....	24
2.10.1. Materiales de Campo.....	24
2.10.2. Materiales de Gabinete.....	24

CAPITULO III

3. MARCO TEÓRICO.....	25
3.1. Generalidades de la Mina Antapite.....	25
3.2. Estudio Geológico de la Zona del Proyecto.....	27

3.2.1. Geología	27
3.2.2. Geología Regional.....	28
3.2.3. Estratigrafía.....	29
3.2.4. Geomorfología.	32
3.2.5. Geología Local.	32
3.2.6. Geología Estructural.....	33
3.2.7. Geología Económica	36
3.3. Estudio Geomecánica del Proyecto.....	38
3.3.1. Geomecánica General.	38
3.3.2. Aspectos Estructurales	42
3.3.3. Clasificación Geo-Mecánica GSI.....	42
3.3.4. Zonificación Geomecánica de la Masa Rocosa	44
3.3.5. Resistencia de la Roca.....	44
3.3.6. Condición de Agua Subterránea.....	46
3.3.7. Esfuerzos In-Situ	46
3.3.8. Estabilidad Estructuralmente Controlada.....	48
3.3.9. Ensayos de Laboratorio	56

CAPITULO IV

4. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA AMPLIACIÓN DEL PIQUE 420.	59
4.1. Generalidades del Pique 420.	59
4.1.1. Pique Vertical 420.....	59
4.2. Características y Criterios de Diseño del Proyecto de Ampliación del pique 420.....	60
4.3. Campos de Aplicación.	62
4.4. Estructura del Pique Vertical.	63
4.5. Factores de Diseño de un Pique Vertical.	64

4.5.1. Factores Económicos	64
4.5.2. Factores Operacionales	65
4.5.3. Factores Geológicos.	66
4.6. Planeamiento del Proyecto Incluido el Sistema de Izaje.....	66
4.7. Cronograma de Planeamiento de Ejecución del Proyecto.	68
4.8. Cálculo de la Ampliación del Ciclo de Izaje.....	69
4.8.1. Factor de Seguridad (Fs)	70
4.8.2. Determinación del Diámetro de la Polea.	70
4.8.3. Cálculo del Cable Total Utilizado en el Izaje	70
4.8.4. Cálculo de la Capacidad del Skip.....	71
4.8.5. Cálculo del Peso del Skip.....	73
4.8.6. Determinación del Diámetro y Peso del Cable	73
4.8.7. Determinación del Factor de Seguridad Dinámico Efectivo (FSDE)	74
4.8.8. Cálculo de las Características de la Tambora	75
4.9. Cálculo de Esfuerzos:.....	81
4.9.1. Cálculo de la Fuerza de Aceleración.....	81
4.9.2. Cálculo de Fuerza de Desaceleración.	81
4.9.3. Cálculo del Momento de Aceleración.....	81
4.9.4. Cálculo del Momento de desaceleración.....	82
4.10. Cálculo de la Potencia del Winche Requerida (HP)	82
4.10.1. Cálculo de la Potencia Media Estimada.....	83
4.10.2. Considerando el 160% de Esta Potencia.....	83
4.10.3. Las Potencias Corregidas en los Puntos A y D es:.....	83
4.11. Infraestructura.	84
4.11.1. Descripción del Pique vertical 420.	84

4.11.2. Infraestructura del Pique vertical 420.	86
4.11.3. Construcción del Pique Vertical.....	89
4.11.4. Maderamen del Pique.....	92
4.11.5. Ensanche y Cuadrados de las Estaciones de Pique.	95
4.12. Justificación Económica.....	95
4.12.1. Reserva de Minerales UM Antapite.	95
4.12.2. Costos.....	96
4.13. Evaluación Económica.....	102
4.13.1. Ingresos.	102
4.13.2. Egresos.	102
4.14. Análisis del Sistema de Transporte Actual.	103
4.14.1. Transporte Actual de Mina – Planta.....	103
4.14.2. Análisis de la Ampliación del Sistema de Transporte del Pique 420.....	105

CAPITULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	106
5.1. Con Relación al Aspecto Económico Tenemos:.....	106
5.1.1. Flujo de Caja Económico del Proyecto de Profundización.....	106
5.1.2. Resultados Económicos (VAN, TIR, B/C, Pay back).....	107
5.2. Con relación a los Aspectos Técnicos Constructivos.....	107
5.3. Análisis del Sistema de Transporte	108
5.4. Análisis del Incremento de la Producción.....	110
CONCLUSIONES:	111
RECOMENDACIONES:.....	112
BIBLIOGRAFIA.....	113
ANEXO	113

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1 Acceso hacia la U.E.A. Antapite.....	12
Cuadro 2 IDH del Distrito de Córdova – Huytará	17
Cuadro 3 Recursos por niveles de CIA Antapite	25
Cuadro 4 Distribución de reservas de mina Antapite - 2019	26
Cuadro 5 Análisis de sistema estructural de la veta Zorro Rojo (SIERRA, 2019)	40
Cuadro 6 Análisis de sistema estructural de la veta Pampeñita (SIERRA, 2019)	40
Cuadro 7 Análisis de sistema estructural de la veta Antapite (SIERRA, 2019)	41
Cuadro 8 Zonificación geomecánica de Veta Zorro Rojo (SIERRA, 2019)	43
Cuadro 9 Zonificación geomecánica de Veta Pampeñita (SIERRA, 2019)	43
Cuadro 10 Zonificación geomecánica de Veta Antapite (SIERRA, 2019)	44
Cuadro 11 Parámetros de resistencia de la masa rocosa en vetas zorro rojo, pampeñita y antapite (SIERRA, 2019).....	45
Cuadro 12 Dimensiones de diseño (SIERRA, 2019).....	50
Cuadro 13 Resumen de las Características Geomecánicas en Mina Antapite.....	55
Cuadro 14 Cronograma de actividades de la ejecución del proyecto	69
Cuadro 15 Parámetros del pique 420 (Mina Antapite)	69
Cuadro 16 Momento de la carga cuando sube	77
Cuadro 17 Momento de la carga cuando baja.....	77
Cuadro 18 Momento de cable que sube.....	78
Cuadro 19 Momento del cable de baja	78
Cuadro 20 Momento total de carga que baja	78

Cuadro 21	Momento total de carga que baja	79
Cuadro 22	Momentos totales	79
Cuadro 23	Momentos totales de aceleración	82
Cuadro 24	Distribución de reservas en mina Antapite	95
Cuadro 25	PU de diferentes disciplinas para la ejecución del proyecto	96
Cuadro 26	CAPEX del proyecto.....	97
Cuadro 27	Inversión inicial en desarrollo y preparación mina.....	98
Cuadro 28	Inversión inicial del proyecto de profundización.....	99
Cuadro 29	Costo de extracción y transporte	100
Cuadro 30	Costos de operación totales.....	101
Cuadro 31	Ingreso anual de mina Antapite.....	102
Cuadro 32	Flujo de caja económico del proyecto de profundización.....	106
Cuadro 33	Indicadores económicos	107
Cuadro 34	Características técnicas del winche de izaje que se requiere para el proyecto	107
Cuadro 35	Comparativo de transporte Actual VS Proyecto	109
Cuadro 36	Resultados de la optimización en transporte de mineral	109
Cuadro 37	Comparativo de venta anual entre Actual VS Proyecto.....	110

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación y accesos de la Mina Antapite.....	13
Figura 2 Dato Histórico de Precipitaciones U.E.A. Antapite	15
Figura 3 Columna estratigráfica de mina Antapite (Megia Huerta , 2019, p.45)	31
Figura 4 Geología estructural de mina Antapite (SIERRA, 2019)	35
Figura 5 Oro nativo en cuarzo con inclusiones de pirita y galena adyacente ((Megia Huerta , 2019)	38
Figura 6 Gráfica de (Grimstad & Barton, 2015), a partir del cual se define los requerimientos de sostenimiento	52
Figura 7 Tabla de GSI aplicada para mina Antapite (SIERRA, 2019)	53
Figura 8 Croquis ilustrativo de las Características Geomecánicas de la Veta	54
Figura 9 Isovalores de Factores de Seguridad Corte y relleno ascendente convencional (SIERRA, 2019)	57
Figura 10 Isovalores de Factores de Seguridad Sublevel Stopping	57
Figura 11 Isovalores de Factores de Seguridad Hundimiento por subniveles	58
Figura 12 Isovalores de Factores de Seguridad Sub level Caving transversal	58

LISTADO DE PLANOS

Plano 01 Ubicación de la Unidad Minera Sierra Antapite S.A.C.

Plano 02 Geología estructural de la mina Antapite.

Plano 03 Echadero de Mineral Planta – Frontal.

Plano 04 Set típico tramo 01 – planta.

Plano 05 Set típico tramo 02 - planta.

Plano 06 Dimensionamiento del Maderamen Planta, Secciones y Detalles 01.

Plano 07 Dimensionamiento del Maderamen Planta, Secciones y Detalles 02.

Plano 08 Dimensionamiento del Maderamen Planta, Secciones y Detalles 03.

Plano 09 Isométrico de la Cámara de Carguío y Casa Winche.

CAPITULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Ubicación y Accesibilidad.

El distrito minero de Antapite se ubica en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental, en la parte meridional de la provincia de Huaytará, departamento de Huancavelica, en las cabeceras de los ríos Ica y Grande, sobre las coordenadas centrales UTM 8'454,733 N y 492,836 E (WGS84 18S), entre las cotas 3,000 msnm y 4,100 msnm., con altitudes que van de 3000 msnm hasta 4000 msnm.

Es accesible desde la ciudad de Huamanga - Ica (km 307 de la Panamericana Sur), poblado de los Aquijes, de donde parte la vía afirmada hacia Tingue – Córdova – Antapite de 130 km. En la Figura 1 – Ubicación y Accesos de la Mina Antapite se muestra la ubicación política y las distancias aproximadas de los accesos.

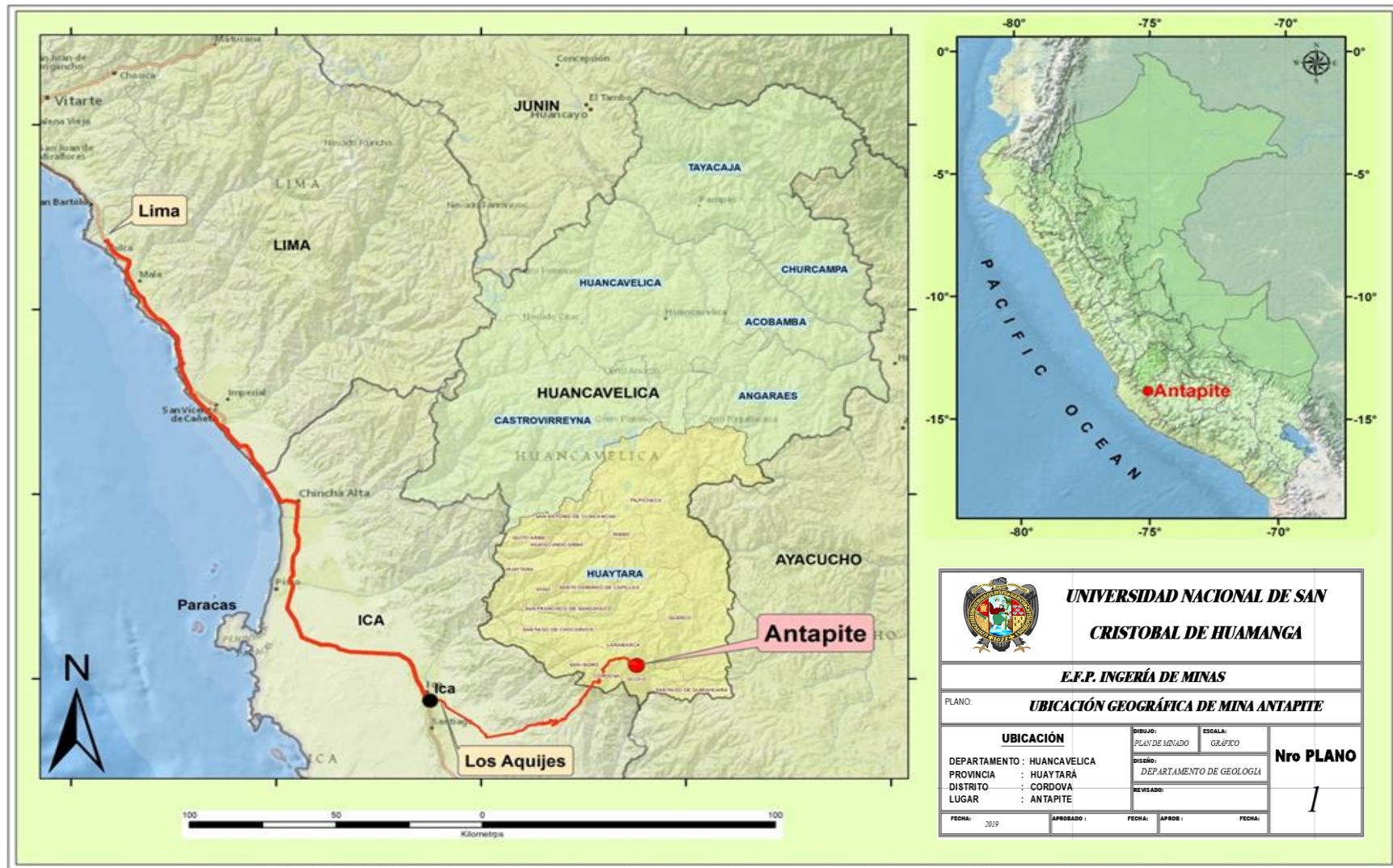
Cuadro 1

Acceso hacia la U.E.A. Antapite

ACCESOS A LA MINA ANTAPITE	
Lima - Ica (Los Aquijes)	308 km
Los Aquijes - Córdova	100 km
Córdova - U.E.A. Antapite	28 km
Total	436 km

Fuente: Elaboración Propia

Figura 1
Ubicación y accesos de la Mina Antapite



Fuente: Archivo interno U.E.A. Antapite 2019 (Departamento de Geología)

1.2. Fisiografía.

El yacimiento en estudio, tiene la topografía de la zona mayormente de alta pendiente, disectada por quebradas profundas, lo que caracteriza el terreno como irregular, las pendientes de las laderas varían de 15 - 40 %. La zona es bastante accidentada y compuesta por una sucesión de quebradas y lomas cubiertas por vegetación pobre del genero Poa, Bachari y Eucaliptos.

1.3. Suelos

“El área de operación está conformada por el suelo Córdova con mínima presencia de gravas en el perfil. Se ubica en un Relieve Montañoso Estructural - erosional, Relieve Montañoso estructural – dislocado y Relieve Montañoso glaci-fluvial del sistema geológico; Jurásico, Terciario y Cuaternario respectivamente con una topografía montañosa incluyendo algunas zonas planas. Se encuentra en la parte central de la provincia de Tayacaja y en la parte sur de Huaytará específicamente en aquellos espacios donde las condiciones de génesis, clima, edafología se asemejaban abarcando aquellos áreas poco accidentadas del departamento de Huancavelica. Se presenta en la fase de pendiente moderadamente empinado a extremadamente empinados (15 a >75 %).” (Caso Osorio, 2012, pág. 33)

Suelo Cordova Agrupa suelos sin desarrollo genético, color marrón rojizo a rojo oscuro, de textura de franco con un drenaje Moderado. Presentan reacción Ligeramente acido, (pH) 6.31, contenido bajo de fósforo, con contenido Medio de potasio, la capacidad de intercambio catiónico de 37.44 a 43.20 meq/100 g., y alta saturación de bases.

1.4. Climatología.

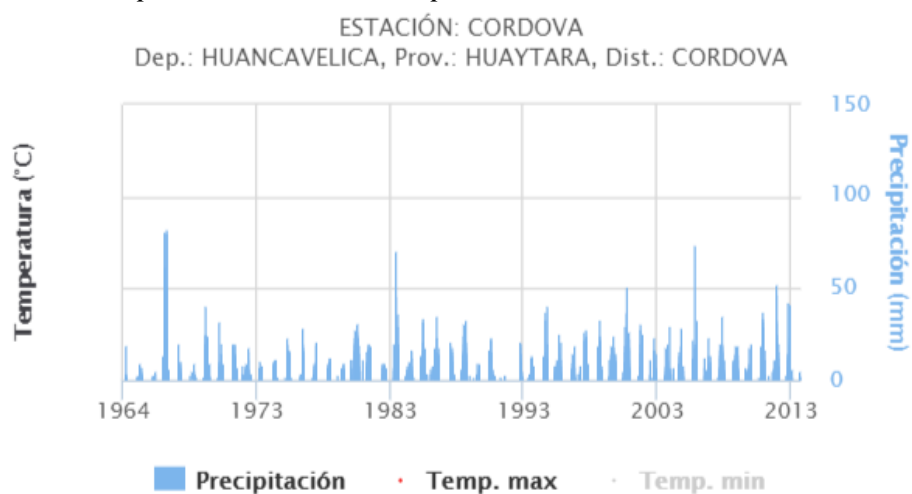
El clima de la zona es típico de la región Puna. Según información que se obtuvo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrológica (SENAMHI).

De las estadísticas elaboradas se tiene la gradiente de temperatura en la región de 05 C/100 m, por lo que temperatura media en la región sería de 9.1C.

La humedad relativa promedio es menor a 70% valor que corresponde a un lugar seco. En diferentes horas y lugares de la zona se obtuvo una humedad relativa de 80%. La dirección de los vientos sigue la tendencia general de las cuencas de la costa es decir, sur este. En el mes de agosto se observaron velocidades menores a brisas moderadas, es decir 6m/s mientras que en enero la dirección y la velocidad fue sur este y 2 m/s respectivamente (SENAMHI).

Figura 2

Dato Histórico de Precipitaciones U.E.A. Antapite



Fuente: SENAMHI

“Las precipitaciones pluviales en la región tiene un período definido (Octubre – Marzo). Empieza los primeros días del mes de Octubre, acentuándose el mes de Diciembre, Enero,

Febrero y Marzo y esporádicamente en el mes de Abril. Esta situación, no permite efectuar una agricultura sostenible y restringe otras actividades como: la ganadería, la reactivación de los pastos naturales, la forestería, etc” (Pulgar Vidal, 1987)

1.5. Medio Ambiente Biológico.

Las formaciones vegetales determinadas en el área del proyecto fueron:

Estepa de Gramíneas: Esta formación vegetal esta dominadas por gramíneas de los géneros Poa, Festuca, Calamagrostis e Ichu, abarca aproximadamente el 8% del área total del proyecto.

Matorral Ralo: Esta formación vegetal esta dominada por arbustos de porte bajo, entre 30 y 40 cm de alto, entremezclados con gramíneas. Los arbustos corresponden a la especies Baccharis Latifolia, Bacharis odonata, principalmente.

Vegetación de Rocas y Pedregales: Formación vegetal arbustiva que se desarrolla en suelos pedregoso y en áreas con abundante roca . Los arbustos mas comunes corresponden a las especies Baccharis, Lepidophylum y Ribes cuneifoilus.

Especie Animal: La población animal de la región de las sierras varía según la altura. Para el Distrito de Córdova se tiene los animales menores como: caburés, catitas verdes, comadrejas, calandrias, cuises moros, escuerzos, iguanas overas, jilgueros, lagartos, mulitas, murciélagos cola de ratón, martín pescador, palomas montaraces, pecaries, perdices serranas, pumas, ranas, sapos comunes, tordos y zorros En las zonas más altas hay águilas, cóndores, chingolos, halcones, jotes, lagartos, mirlos, picaflores, pumas y zorros colorados, como también ovinos y vacunos.

1.6. Medio Ambiente Socio-Económico y Cultura

Esta formación vegetal esta reducida a parcelas cultivadas con especies de pan llevar (papa, maíz, oca, olluco, etc) y forraje principalmente. La fauna ha sido elevada mediante observación directa e indirecta (huellas, madrigueras, nidos , etc) durante los recorridos a pie en el área del proyecto a partir de la información bibliográfica existente . Entre los vertebrados, las aves constituyen el grupo más diverso.

1.7. Índice de Desarrollo Humano:

“El Índice de Desarrollo Humano, IDH, es un indicador habitual en el campo de las ciencias económica y social, así como, en el ámbito internacional y nacional. Ideado en 1989 y publicado por primera vez en el primer Informe Mundial sobre Desarrollo Humano 1990, así hasta la actualidad” (Blalock, 2012) R)

Cuadro 2
IDH del Distrito de Córdova – Huaytará

Provincia	Población	Índice de Desarrollo Humano	Esperanza de vida al nacer	Población con Educ. secundaria completa	Años de educación (Poblac. 25 y más)	Ingreso familiar per cápita
Distrito	habitantes	IDH	años	%	años	N.S. mes
Huaytará	23,361	0.3457	64.44	37.61	6.71	464.7
Córdova	2,558	0.4608	63.12	36.70	8.60	940.3

Fuente: INEI

CAPITULO II

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Metodología

2.1.1. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación usado para este estudio fue “Investigación Aplicada” (Anexo 01)

2.1.2. Diseño de Investigación.

El diseño de la investigación es experimental

2.1.3. Nivel de Investigación

Correlacional y descriptivo

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

La Población está constituida por el pique 420 de 150 metros.

2.2.2. Muestra

Está conformada por la ampliación de 82 metros del pique vertical 420 en la Unidad Minera de Antapite

2.3. Planteamiento del Problema.

La Mina Antapite en la actualidad viene reabriendo sus operaciones rehabilitando los accesos y recuperando mineral de relleno, donde su explotación es el mineral de Oro (Au), en esta mina uno de los problemas actuales es la deficiencia de extracción puesto que a la fecha se extrae desde el Nv 3190 hacia la planta que está ubicada en el Nv 3340 haciendo un total de 5.00 Km entre locomotoras y volquetes para lo cual el costo de transporte es sumamente elevado para la producción actual de 500 TMH/Día, para lo cual se propone hacer una ampliación del Pique 420, que consiste en prolongar al nivel 3340. Para su propósito será necesario correr 82 metros, reubicar toda la infraestructura del sistema de izaje, además, de cámaras de carguío y cortada de 200.00m de sección 4m x4m comunicando a una trocha existente hacia la planta de beneficio de una distancia de 1.00 km.

para lo cual se plantea el siguiente problema:

2.4. Formulación del Problema

2.4.1. Problema Principal.

¿Es económico la ampliación técnica del sistema de izaje y transporte del Pique 420 de la Unidad Minera Antapite?

2.4.2. Problemas Específicos.

¿Es factible la prolongación Ascendente del Pique 420 al Nv 3340?

¿Es factible optimizar el uso de los equipos actuales para el sistema de izaje y transporte del proyecto?

¿Cuánto es el CAPEX, OPEX, de la ampliación del pique vertical 420?

2.5. Objetivos.

2.5.1. Objetivo General.

Evaluar económicamente las variaciones técnicas del sistema de izaje y transporte del Pique 420 de la Unidad Minera Antapite.

2.5.2. Objetivos Específicos.

- a) Determinar la factibilidad de la ampliación del Pique Ascendente del Pique 420 al Nv 3340.
- b) Optimizar el uso de los equipos para el sistema de izaje y transporte incrementando la producción diaria.
- c) Determinar el CAPEX y OPEX
- d. Servir al suscrito como tema de tesis, para optar el título de Ingeniero de Minas.

2.6. Justificación e Importancia.

2.6.1. Justificación.

Justificación técnica económica: La evaluación técnico-económico del sistema del Pique vertical 420 nos lleva a conocer que la prolongación de 82 metros del pique 420 es la mejor alternativa para la extracción y el acceso de 200 m desde bocamina y de 1.00 km de bocamina - planta, y para la extracción de las reservas con la rapidez y bajo costo frente a la extracción con locomotoras de un tramo de 1.5 km y transporte en volquete de una distancia de 3.5km.

Justificación teórica: es sumamente importante el trabajo realizado por que servirá de bibliografía para las diversas minas que presente similares problemas y a los estudiantes como fuente de estudio o guía.

2.6.2. Importancia.

La ampliación del Pique vertical 420 permitirá el acceso y extracción con mayor celeridad las reservas de veta Katy, Verónica, Antapite, Pampeñita y Zorro Rojo del Nv 3190, 3240 y 3285, permitiendo el incremento de la producción diaria, además de los niveles inferiores de la Compañía Minera Sierra Antapite SAC. Puesto que el costo de extracción disminuirá ampliamente aumentando la producción diaria y mejorando el rendimiento de los volquetes de transporte.

2.7. Hipótesis.

2.7.1. Hipótesis Principal.

Sí es económicamente viable mejorar el sistema de izaje y transporte del Pique 420 de la Unidad Minera Antapite minimizando el costo de transporte de mineral (mina – planta), además, Ampliando 82 metros de pique 420 y 1.5 km de crucero y carretera hacia la planta de beneficio aumenta la producción diaria.

2.7.2. Hipótesis Específicos.

- a) Sí es factible la ampliación del Pique 420 hacia el Nv 3340.
- b) Sí se puede optimizar el uso de los equipos para el sistema de izaje y transporte.
- c) El CAPEX y OPEX son positivos

2.8. Variables Dependientes e Indicadores.

2.8.1. Variables Dependientes.

- CAPEX y OPEX
- Van, TIR, CB y Pay Back

INDICADORES:

- Avance (m).
- Extracción (ton)
- Costo/ton \$

2.8.2. Variables Independientes.

- ampliación técnica del sistema de izaje y transporte.
- Estudio técnico – económico del proyecto.
- Problemas geotécnicos (paralización de obra)

INDICADORES:

- CAPEX y OPEX.
- Vigencia de Operaciones.
- Retraso m/día

2.9. Metodología de Técnicas de Recolección de Datos, Descripción de los Instrumentos

2.9.1. Método

- a) Encuestas.
- b) Recopilación de datos estadísticos.
- c) la observación directa de las diferentes etapas del proyecto de la prolongación del pique vertical 420.
- d) Análisis documental del expediente y memoria descriptiva del proyecto.

2.9.2. Técnica

La observación es una técnica que consiste en ver atentamente el fenómeno, tomar información y registrarla para su posterior análisis

2.9.3. Instrumentos de Recolección de Datos

- a) Cuestionarios a través de encuestas al personal.
- b) Fichas bibliográficas.
- d) Registro de casos.

2.10. Materiales

2.10.1. Materiales de Campo.

- ✓ Libreta de apuntes
- ✓ Planos Geomecánicos
- ✓ Planos Geológicos
- ✓ Estándares y Procedimientos de Diseño de Pique Inclinado

2.10.2. Materiales de Gabinete.

- ✓ Calculadora
- ✓ Equipo de computo
- ✓ Materiales bibliográficas
- ✓ Universal Serial Bus

CAPITULO III

3. MARCO TEÓRICO.

3.1. Generalidades de la Mina Antapite

La producción de la Compañía Minera Antapite se estima con 600 TMH y actualmente se tiene la siguiente distribución de recursos y reservas:

Cuadro 3
Recursos por niveles de CIA Antapite

Nivel	tms	g/t Au	Ancho	Onzas
3470	31,665	2.90	1.30	2,949
3465	2,345	3.57	0.80	269
3415	79,375	3.69	2.23	9,411
3360	152,901	3.88	2.23	19,054
3340	111,360	3.40	1.96	12,184
3285	209,460	3.46	2.17	23,277
3260	16,511	2.97	0.91	1,576
3240	236,960	3.08	2.12	23,470
3200	53,470	3.06	0.86	5,258
3190	322,849	3.07	2.04	31,899
3140	36,342	3.93	0.92	4,597
3130	276,314	2.98	1.99	26,493
3080	9,570	3.98	0.93	1,225
3070	126,505	3.37	1.66	13,716
3010	12,682	2.82	1.00	1,150
	1,678,310	3.27	1.94	176,527

Fuente: Departamento de Geología U.E.A. Antapite

Cuadro 4
Distribución de reservas de mina Antapite - 2019

Mina Antapite	Mineral_Tn	Ley g_Au/t
Probado	245,940	4.76
Probable	480.510	4.35
Total	726,451	4.49

Fuente: Departamento de Geología U.E.A. Antapite

Con la exploración se estima que hay recursos suficientes que deben pasar de la categoría de inferidos ha indicado y medidos. según estos datos proporcionados por el plan de minado 2019 CIA Antapite, mínimamente la vida de la mina se estima en 5 años.

Por el actual pique 420, permite izar mineral desde los niveles inferiores (3190, 3130) hasta el nivel 3240 y desde este punto el mineral es transportado con locomotoras a batería con carros mineros U25 de interior mina a superficie del mismo nivel a una distancia de 1.5 km hasta las tolvas ubicados en superficie para luego continuar el transporte de una distancia de 3.5 km con volquetes de 20 ton hasta la planta de tratamiento (stock pile).

El proceso de transporte de mineral es uno de los más costosos en la Industria Minera, lo cual debe tener una especial atención en el diseño de extracción de mineral para obtener mayor utilidad. Una de las opciones es mediante piques verticales y/o inclinadas para el izaje de; material mineralizada, desmonte, equipos y recursos humanos.

3.2. Estudio Geológico de la Zona del Proyecto

3.2.1. Geología

En el área de la mina Antapite se observa la presencia de roca volcánica y volcano- sedimentarias de probable edad Eoceno-Oligoceno (Cenozoico), ubicadas en discordancia sobre un substrato pre-volcánico Mesozoico (Formaciones Labra, Gramadal, Hualhuani, Chaclatacama y Chúlec) y también sobre las unidades del Batolito de la Costa Peruana.

Las unidades basales, comprenden a una serie volcánica Terciaria que varía desde andesitas basálticas a dacitas y que tentativamente ha sido dividida en un conjunto basal piroclástica conformado por tobas, dispuestas sobre el Batolito de la Costa Peruana. Por encima de esta secuencia, se presentan diversas unidades extrusivas, efusivas, piroclásticas y volcano sedimentarias, que pueden ser aproximadamente agrupadas en tres secuencias: Unidades Inferior, Intermedia y Superior, cada secuencia empieza con domos de flujo, coladas de lava y piroclásticos predominantemente de caída. La Unidad Inferior está compuesta por lavas, domos y brechas inferiores (Machucancha) y tobas y lahares (Chonura), todos de naturaleza andesítica a andesítica basáltica con facies fragmentales de brechas polimíticas y autobrechas.

La Unidad Intermedia está compuesta por lavas, domos y brechas intermedias, lahares y tobas de naturaleza que varían de lavas andesíticas a basálticas con plagioclasa labradorítica, clino y orto piroxenos. Además, presenta brechas con matriz de aspecto tufáceo. En estas secuencias se presentan intercalaciones de arenitas gruesas tufáceas hasta limolitas arcillosas pobremente laminadas. La Unidad Superior está compuesta por acumulaciones volcano sedimentarias y piroclásticas que tienden a rellenar depresiones tectónicamente controladas, entre otras, como la Unidad Mamahuanga. Estas rocas por lo general son de naturaleza andesítica.

Estas tres Unidades están intercaladas con coladas piroclásticas andesíticas, dacíticas y posiblemente riódacíticas. La actividad volcánica del área se clausura con una serie de intrusivos volcánicos como stocks y diques de naturaleza andesítica y algunas coladas piroclásticas de naturaleza dacítica.

3.2.2. Geología Regional.

La mineralización filoniana del distrito de Antapite se encuentra hospedada en rocas volcánicas y volcanosedimentarias de edad Eoceno a Oligoceno y se ubica discordante sobre un substrato pre volcánico de sedimentos mesozoicos y también sobre rocas intrusivas del Batolito de la Costa.

3.2.2.1. Substrato Pre - Volcánico Mesozoico

Afloran al NW de la mina con remanentes menores al SE. Consiste de una secuencia de rocas sedimentarias aparentemente correlacionables al Grupo Yura de Arequipa, con una secuencia intercalada de ortocuarcitas blancas alternando con paquetes de areniscas rojizas e intercalaciones de lutitas grises oscuras de la Formación Labra; sigue la Formación Gramadal formada de tobas redepositadas y tobas soldadas con niveles de calizas en la base. Formación Hualhuani, denominado así tentativamente (C. Angeles, 2000), presenta areniscas y conglomerados y está al SE del cerro Pucrupata.

Formación Chaclatacana, compuesta por volcarenitas grises verdosas de grano medio a grueso con intercalaciones de volcarenitas conglomerádicas y conglomerados. Formación Chulec, consiste de bancos gruesos de calizas grises intercalada con calizas margosas, aflora al SW del cerro Pucrupata.

3.2.2.2. Batolito de la Costa

Expuesto en las partes profundas de las quebradas que bajan hacia el río Grande en el área de Ocobamba – Laramarca – Ocoyo – Querco, que comprenden tonalitas y granodioritas atribuidas a la super unidad Incahuasi del segmento de Arequipa (Moore, 1984) cuyas edad radiométrica K/Ar es de 82.7 ± 2.9 Ma.(Cretáceo superior).

3.2.3. Estratigrafía.

3.2.3.1. Mioceno

FORMACIÓN ACOBAMBA Esta formación aflora como un relleno sedimentario de las Capas Rojas en los alrededores del pueblo de Acobamba. Está constituida por areniscas, lutitas y conglomerados de color rojo ladrillo y a veces naranja, y en la parte superior unos horizontes de cenizas volcánicas blancas. Su espesor se estima en 200 m o más. La edad de la Formación Acobamba no está muy bien determinada, ya que no se han encontrado fósiles, pero por su relación estratigráfica se le asigna una edad de Mioceno superior ya que se encuentra sobre el Grupo Mitú y probablemente por debajo de la Formación Omacunga.

3.2.3.2. Oligoceno

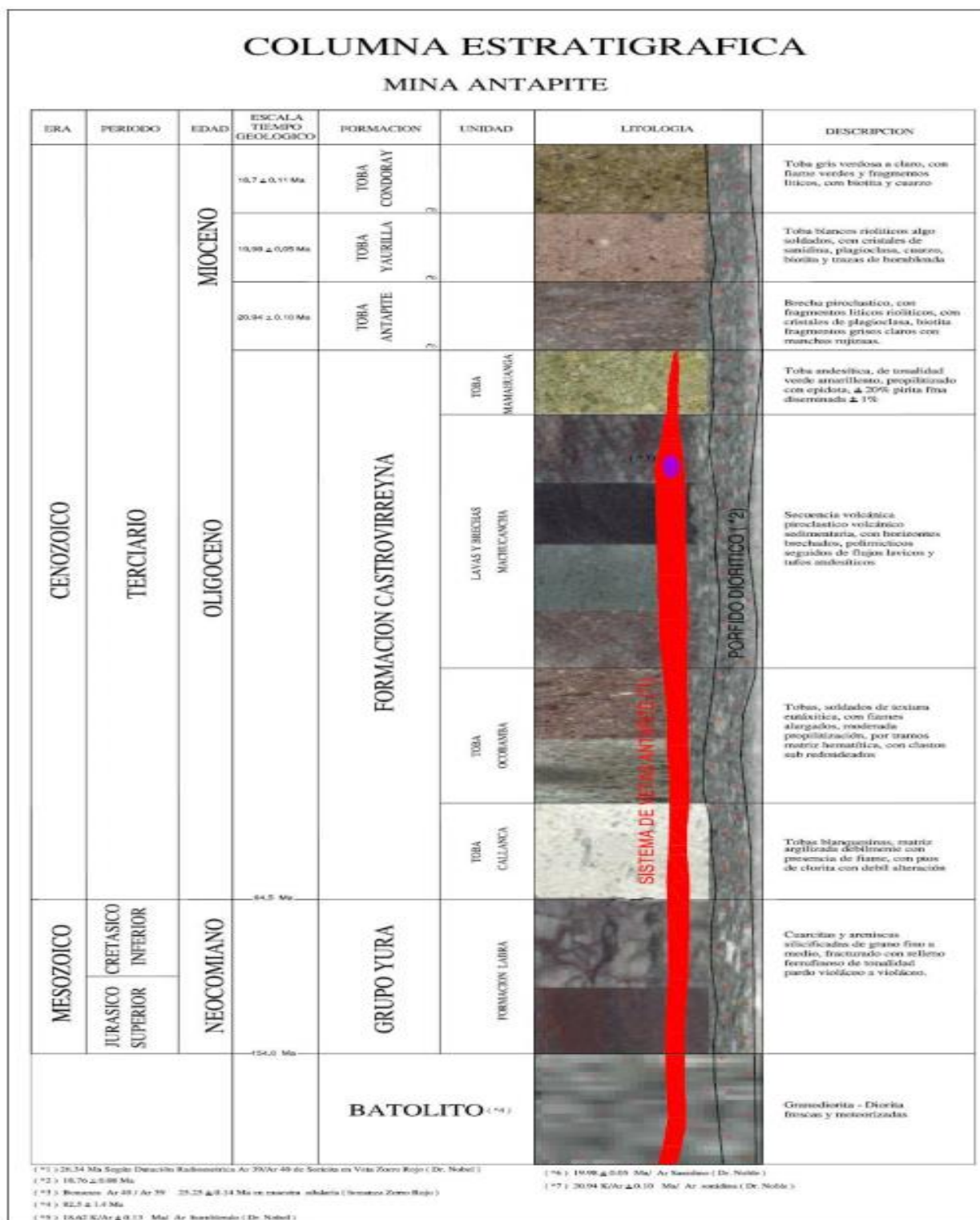
GRUPO CASTROVIRREYNA Secuencia volcánico sedimentario, reconociendo en dicha unidad una secuencia constituida por tobas brechoides, areno tobáceas intercalados con limolitas y ocasionalmente calizas. La Formación Castrovirreyna infrayace al Volcánico Caudalosa que lo cubre en partes discordantemente. Hacia el sur se pierde debajo de las tobas Caudalosa. En la base brechas tobáceas conteniendo elementos redondeados y angulosos y tobas de color verde claro de composición riolítica, seguido de areniscas de origen volcánico de color violáceo; sigue en la parte superior a veces derrames oscuros, tobas blancas y lutitas laminares de color rojo oscuro. Hacia la

parte superior encima de las calizas nuevamente se repiten las areniscas gris violáceas conglomeraditas y horizontes pequeños de chert. Las dataciones radiométricas dadas a conocer por D. Noble, Petersen y otros (1972) en el área de Huancavelica, Castrovirreyna, dan edades que varían entre los 21 a 30 millones de años, lo que permite ubicarle a fines del Oligoceno y principios del Mioceno. Donald Noble y Otros (1972), consignan edades de 2.58 ± 0.3 , 27.5 ± 0.7 y 21.9 ± 0.6 Ma.

“BATOLITO DE LA COSTA El batolito aquí como en toda la costa, presenta una morfología típica con pendientes escarpadas, carentes de vegetación, valles estrechos cubiertos por suelos arenosos feldespáticos y cuarzosos. El cuerpo principal es tonalítico con variaciones a granodiorita debido a los numerosos diques potásicos que han intruído a las tonalitas a la que por adición de ortosa pasan a tonalita potásica y luego a granodioritas” (INGEMET, 2014).

Figura 3

Columna estratigráfica de mina Antapite (Megia Huerta, 2019, p.45)



Fuente: Tesis Evaluación Geológica del Yacimiento Minero U.E.A. Antapite (Megia Huerta, 2019, p.45)

3.2.4. Geomorfología.

El área de la mina, se encuentra emplazada en la unidad geomorfológica denominada; Zona de Laderas Altas. Esta unidad comprende las altas estribaciones inmediatas a la Unidad Divisoria Continental y 40 corresponde a los sectores occidentales que forman las cabeceras de los ríos Pisco, Ica y Grande.

3.2.5. Geología Local.

Veta Zorro Rojo: Estructura cuyo rumbo promedio es N 58° W, 75° SW de buzamiento, en superficie se tiene reconocido con trincheras y tiene una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 4650 m.

La mineralización está compuesta principalmente por cuarzo lechoso, venillas de cuarzo hialino, venillas delgadas de cuarzo amatista y gris, con anchos que varían de 0.40 a 7.00 m, con limonitas y arcillas relleno cavidades o impregnado en fracturas, el ensamble mineralógico es de tipo relleno de fracturas, con cuarzo adularia, sericita y pirita, con contenido de Au y plata subordinada, de potencia de mineral de aproximadamente 2.00 m de ancho, calculado con labor subterránea.

Veta: Pampeñita: Estructura cuyo rumbo promedio es S 55° E, 68° NE de buzamiento y con ancho promedio de 1.20 m, esta veta solo se tiene reconocido en interior mina. La mineralización es de origen hidrotermal de baja sulfuración, compuesta principalmente por cuarzo blanco, cortado por venillas de cuarzo hialino y gris, sulfuros con arcillas y óxidos de fierro. La textura que predomina es de brecha y bandeada, las alteraciones principales son la Propilitización y oxidación con presencia de limonitas relleno cavidades y fracturas, con diseminación de pirita. (Megia Huerta , 2019)

Veta Antapite: Estructura cuyo rumbo promedio es N 58° W, 71° SW de buzamiento. En superficie se tiene reconocido con canales y trincheras, en una longitud de afloramiento discontinuo aproximado de 1,000 m, compuesto por crestones de cuarzo blanco lechoso, con anchos que van desde 0.40 m a 1.90 m, con bandas intermedias de roca volcánica argilizada que en conjunto dan un ancho total de 10 m. La mineralización está compuesta principalmente por cuarzo blanco lechoso, cortados por venillas de cuarzo hialino y gris de hasta 5 cm de ancho, con presencia de limonitas relleno de cavidades y fracturas, con diseminación de pirita y concentraciones esporádicas de esfalerita y galena, con contenido de Au.

Roca Encajonante: La roca encajonante, comprende a la Unidad Inferior Machucancha, conformada principalmente por lavas, brechas y tobas, todas de composición andesítica y la Unidad Mamahuanca conformado por tobas andesíticas de tonalidad verde amarillento, propilitizados con bastante contenido de epidotas, calcitas y cloritas, esta pertenece a la unidad intermedia de lavas, brechas, y tobas, etc.

Debido a que se trata de una vetas-falla (pre y post mineralización) en las cajas piso y techo inmediatas se conforman “falsas cajas” generalmente débiles, fracturadas y panizadas. Estas vetas poseen forma aproximadamente tabular con potencias que varía de 0.25 a 2.50 metros. (A., 2000)

3.2.6. Geología Estructural.

Estructuralmente el área del Proyecto Antapite está controlado por dos sistemas regionales importantes, el primero de rumbo andino, que se manifiesta como un corredor estructural de rumbo N 50°-60°W, con evidencia de movimientos sinestrales y caída gravitacional al suroeste, destaca en este sistema la falla Chocllanca – Ocoyo relacionada directamente con la veta Zorro Rojo, Pampeñita y Antapite.

El segundo sistema es de rumbo transandino representado por las fallas Runahuañuscca y Yaurilla en el área NW del distrito.

Estos dos sistemas delimitan el sector de mayor concentración de focos volcánicos y estarían controlando la mineralización en fracturas tensionales de las vetas Carmencita, Isabel y Verónica - Cecilia – Lucia, entre otras. La zona del Cerro Antapite sería el área de convergencia de los dos sistemas regionales principales, el WNW-ESE denominado Chocllanca – Ocoyo y el SW – NE (Runahuañuscca – Yaurilla).

3.2.7. Geología Económica

La mineralización de las vetas de la mina Antapite, es del tipo relleno de fracturas, su origen es hidrotermal de baja sulfuración con cuarzo, adularia, sericita y pirita; la mineralización es aurífera con plata subordinada, el oro se encuentra en estado nativo o como electrum y está relacionada a paragénesis tardías de cuarzos asociados con diversos sulfuros principalmente piritas con trazas de esfalerita, galena, calcopirita y puntos de sulfosales como tetrahedrita y bournita. La mineralización aurífera económica, ocurre en paragénesis tardías de cuarzo gris, calcedónico, blanco y cuarzo hialino; con un cociente de relación de Ag/Au de 1/1 a 1.5/1. Las características mineralógicas, texturales y geoquímicas de las vetas de la mina Antapite, presentan niveles intermedio a profundos de sistemas epitermales. (A.Carlos, 2000)

La alteración epitermal está restringida generalmente a un halo delgado pegado a las vetas, con la presencia de cuarzo – sericita – adularia, esta última reconocida al microscopio, por tensión y difracción de rayos X. Una datación radimétrica Ar39/Ar40 realizada por el Dr. C. Noble sobre sericitas en la veta Zorro Rojo da una edad de 26.34 +- 0.21 Ma. La sericita se presenta como reemplazamiento de feldspatos o adularia, relacionado al cuarzo y rellenando cavidades de la veta. Hacia las cajas frescas se tiene luego una alteración propilítica con la presencia de clorita, epidota, calcita, cuarzo plagioclasas y esmética. (A. Carlos, 2000)

En base a los estudios petromineralógicos se ha podido determinar la mineralogía de la Mina Antapite, el cual está dado por los siguientes minerales de mena y ganga:

Minerales de ganga.- Cuarzo, Sericita, calcita.

Minerales de mena.- Pirita, Arsenopirita, Marcasita, Esfalerita, Calcopirita, Galena, Oro nativo, Electrum, Magnetita, Covelita, Cobres Grises, Digenita.

La mineralogía de las vetas de la Mina Antapite, se caracterizan por presentar diversas generaciones de cuarzo, observándose entre ellos: bandas de cuarzo blanco y amatista y textura de reemplazamiento de calcita cortadas por venas tardías de cuarzo hialino, coloforme, calcedónico blancas y grises. El Au, se deposita principalmente en el cuarzo coloforme, hialino blanco y gris.

La secuencia volcánica en la cual está emplazada el Yacimiento de Antapite, y de acuerdo al tipo de depósito al cual pertenece, presenta una alteración característica de Baja Sulfatación (Cuarzo – Adularia – Sericita). Dicha alteración se da por fluidos formados por aguas principalmente meteóricas y pH cercano al neutro.

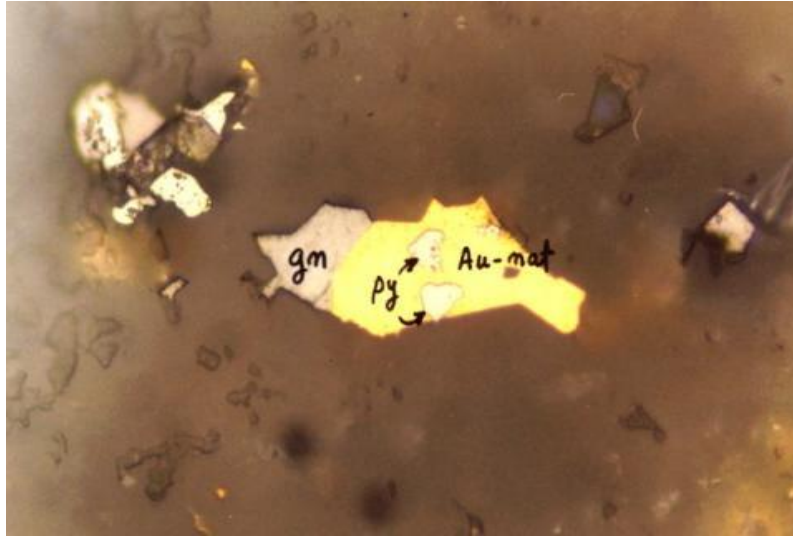
La distribución vertical y espacial de la zona de alteración, indica una posición zonal de los niveles menos erosionados, considerando como termómetros la presencia de pirofilita (200°C a 250°C, pH 4 a 5), alunita (< 300° C, pH 3), cuarzo opalino (<100° C, muy bajo pH), calcedónico (100°C – 200°C) y jaspe. Los minerales de alteración hidrotermal presentes se caracterizan por ser estables en ambientes con pH cerca al neutral a alcalinos y temperaturas por encima de 250°c (sericita – adularia).

Se puede diferenciar tres zonas de alteración, partiendo de la veta hacia el exterior: en la primera, la solidificación, representada por cuarzo blanco, cuarzo calcedónico y sílice gris con puntos finos de sericita. Estos minerales son los componentes principales de las vetas; la segunda: la argílica, se da cerca a las vetas, y los minerales principales son sericita – cuarzo – adularia – calcita, esta alteración pertenece a la composición mineralógico de la alteración filica, en los epitermales se forma dentro de un pH de 4 – 6 y temperatura aproximada entre 250°C – 300°C. Esta composición es de mayor presencia dentro del grupo de las arcillas y generalmente ocurre de manera contigua o conjunta con las vetas de cuarzo y por último la más alejada a las vetas, la propilítica; en la que se puede apreciar clorita – calcita – illita – esmectita – caolinita – albita – epidota y magnetita.

La termometría de formación de los minerales presentes en las dos primeras define una posición relativamente profunda del sistema epitermal.

Figura 5

Oro nativo en cuarzo con inclusiones de pirita y galena adyacente ((Megia Huerta , 2019)



Fuente: Tesis Evaluación Geológica del Yacimiento Minero U.E.A. Antapite (Megia Huerta , 2019, p.72)

3.3. Estudio Geomecánica del Proyecto

3.3.1. Geomecánica General.

Para la caracterización de la masa rocosa se registraron datos principalmente a partir del mapeo geomecánica de campo, este se llevó a cabo utilizando el “método de mapeo por Estación o Celdas”. Mediante este método se realizaron mediciones sistemáticas de las discontinuidades presentes en nueve estaciones de medición (En), representado por un tramo de extensión variable de la excavación.

Los parámetros de observación y medición fueron obtenidos en formatos de registros, los cuales están adecuadas a las normas sugeridas por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM) ver los formatos en el anexo 1. Estos parámetros fueron:

- ✓ Tipo de roca, Tipo de sistema de discontinuidad, Orientación, Espaciado, Persistencia, Apertura, Rugosidad, Tipo de relleno, Espesor de relleno, Intemperización, Presencia de agua, Resistencia de la roca, Frecuencia de fracturamiento.

3.3.1.1. Distribución de Discontinuidades

“Para establecer las características de la distribución de discontinuidades tanto mayores como menores, el procesamiento de los datos orientacionales se realizó mediante técnicas de proyección estereográfica equi-arial, utilizando la versión avanzada del programa de computo DIPS versión 6.0 (2012), Rocscience, elaborado por M.S. Diederichs y E. Hoek del Grupo de Ingeniería de Rocas del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Toronto (Canadá).

Del análisis de los resultados obtenidos se señala lo siguiente:

En Veta Zorro Rojo se tienen definidos tres sistemas estructurales principales que afectan a la zona, la Primera con orientación NW - SE teniendo como buzamiento y dirección de buzamiento (DIP/DIP DIRECCION) de 67/202. Este es un sistema principal, la segunda con orientación NW – SE con DIP/DIP DIRECCION de 82/124. Sistema principal, la tercera con orientación NE – SW con DIP/DIP DIRECCION de 70/25. Sistema principal, la cual se presentan a continuación:

Cuadro 5
Análisis de sistema estructural de la veta Zorro Rojo (SIERRA, 2019)

SET	DIP	DIP DIR
S1	67	202
S2	82	124
S3	70	25

Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

En Veta Pampeñita se tienen definidos tres sistemas estructurales principales y uno secundario que afectan a la zona, la Primera con orientación NW - SE teniendo como buzamiento y dirección de buzamiento (DIP/DIP DIRECCION) de 72/30. Este es un sistema principal, la segunda con orientación NW – SE con DIP/DIP DIRECCION de 81/64. Sistema principal, la tercera con orientación NW – SE con DIP/DIP DIRECCION de 86/227. Sistema principal, la cuarta con orientación NE – SW con DIP/DIP DIRECCION de 60/156, sistema secundario, la cual se presentan a continuación:

Cuadro 6
Análisis de sistema estructural de la veta Pampeñita (SIERRA, 2019)

SET	DIP	DIP DIR
S1	72	30
S2	81	64
S3	86	227
S4	60	156

Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

En Veta Antapite se tienen definidos tres sistemas estructurales principales y dos secundarios que afectan a la zona, la Primera con orientación NW - SE teniendo como buzamiento y dirección de buzamiento (DIP/DIP DIRECCION) de 70/213. Este es un sistema principal, la segunda con orientación NE – SW con DIP/DIP DIRECCION de 69/166. Sistema principal, la tercera con orientación NW – SE con DIP/DIP DIRECCION de 65/43. Sistema principal, la cuarta con orientación NE – SW con DIP/DIP DIRECCION de 56/302, sistema secundario, la quinta con orientación NW – SE con DIP/DIP DIRECCION de 83/13, sistema secundario, la cual se presentan a continuación:

Cuadro 7

Análisis de sistema estructural de la veta Antapite (SIERRA, 2019)

	SET	DIP	DIP DIR
S1		70	213
S2		69	166
S3		65	43
S4		56	302
S5		83	13

Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Con respecto a la distribución de las discontinuidades se manifiesta de la siguiente:

- ✓ Se debe entender que las estructuras mayores, las más importantes son fallas que recorren el contacto mineral – caja inmediata, estas fallas presentan rumbo paralelo a la estructura mineralizada.

Las estructuras menores están conformadas por diaclasas, estas se presentan a manera de pseudoestratos con orientación paralela a la estructura mineralizada, se presentan en la masa rocosa mineralizada como en las cajas. Todas las características estructurales mencionadas contribuyen a la formación de falsas cajas en las excavaciones subterráneas aledañas a la estructura mineralizada.

3.3.2. Aspectos Estructurales

En las Vetas Zorro Rojo, Pampeñita y Antapite, las estructuras mayores, están conformadas por las fallas antes mencionadas, presentan persistencias de decenas a centenas de metros, apertura de 1-5 mm, rellenos de panizos, brechas, cuarzo molido y óxidos de fierro, de hasta 50 cm de espesor, principalmente en la caja piso; las paredes son lisas a espejos de falla, esta última principalmente en la caja techo, muy intemperizadas y con presencia de agua en condición de mojadas a goteo.

Las estructuras menores, conformadas por diaclasas, en la masa rocosa mineralizada, presentan espaciamientos promedios menores que 6 cm, persistencias de 3-10 m, aperturas promedios de 0.1 – 1.0 mm, paredes ligeramente rugosas, rellenos suaves menores de 5 mm, muy intemperizadas y con presencia de agua en condiciones de húmedo a mojado.

3.3.3. Clasificación Geo-Mecánica GSI.

Para la clasificación geomecánica de la masa rocosa, se utilizó la información desarrollada precedentemente, clasificando así a la masa rocosa involucrada en las diferentes celdas de detalle del mapeo geotécnico mediante la utilización de los criterios de clasificación geomecánica de Bieniawski (RMR: Valoración del macizo rocoso 1989).

Los valores de resistencia compresiva de la roca intacta, fueron obtenidos conforme a los procedimientos señalados más adelante. Los valores de índice de calidad de la roca (RQD) fueron

determinados mediante el registro lineal de discontinuidades, utilizando la relación propuesta por Priest&Hudson (1986), teniendo como parámetro de entrada principal la frecuencia de fracturamiento por metro lineal.

Tomando como referencia los valores de RMR de Bieniawski (1989), podemos señalar que la calidad de la masa rocosa es: Buena (Clase II-B, RMR 61-70), Regular (Clase III-A; III-B, RMR 51-60; 41 - 50), Pobre: (Clase IV-A, RMR 31-40, Clase IV-B, RMR 21-30).

Esta información es tomada como parámetro de primera importancia para el establecimiento de la zonificación geomecánica de esta zona de evaluación.

Cuadro 8

Zonificación geomecánica de Veta Zorro Rojo (SIERRA, 2019)

Rango/Calidad	Caja piso	Caja piso	Mineral	Caja techo	Caja techo
Veta Zorro Rojo	alejada	inmediata		inmediata	alejada
Rango RMR	55 a 70	41 a 55	31 a 40	25 a 35	55 a 70
Calidad	III A a II	III B a III A	IV A	IV B – IV A	III A a II

Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Cuadro 9

Zonificación geomecánica de Veta Pampeñita (SIERRA, 2019)

Rango/Calidad	Caja piso	Caja piso	Mineral	Caja techo	Caja techo
Veta Pampeñita	alejada	inmediata		inmediata	alejada
Rango RMR	55 a 70	41 a 55	31 a 40	25 a 35	55 a 70
Calidad	III A a II	III B a III A	IV A	IV B – IV A	III A a II

Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Cuadro 10
Zonificación geomecánica de Veta Antapite (SIERRA, 2019)

Rango/Calidad	Caja piso	Caja piso	Mineral	Caja techo	Caja techo
Veta Antapite	alejada	inmediata		inmediata	alejada
Rango RMR	55 a 70	41 a 55	31 a 40	25 a 35	55 a 70
Calidad	III A a II	III B a III A	IV A	IV B – IV A	III A a II

Fuente: Plan de minado de U.E.A. Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

3.3.4. Zonificación Geomecánica de la Masa Rocosa

El zoneamiento geomecánico general está dado por los rangos de calidad de la masa rocosa descritos en el acápite anterior. Para las vetas Zorro Rojo, Pamapeñita y Antapite la masa rocosa mineralizada constituye una zona geomecánica del dominio Mala A (DG-IVA), las cajas inmediatas otra zona geomecánica de los dominios Regular A y Regular B (DG-IIIB y DG-IIIA) en la caja piso y Mala B y Mala A (DG-IVB y DG-IIIA) en la caja techo, las cajas alejadas constituyen una zona geomecánica de los dominios Regular A y Buena (DG-IIIA y DG-II).

3.3.5. Resistencia de la Roca

3.3.5.1. Resistencia de la Roca Intacta

En relación a la resistencia de la roca intacta, uno de los parámetros más importantes del comportamiento mecánico de la roca intacta, es la resistencia compresiva uniaxial (σ_c). Los valores de σ_c fueron obtenidos mediante los siguientes procedimientos:

- ✓ Ensayos in-situ con martillo de geólogo.
- ✓ Ensayos de Laboratorio

3.3.5.2. Resistencia de la Masa Rocosa

Además de lo mencionado para estimar los parámetros de resistencia de la masa rocosa en las vetas Zorro Rojo, Pampeñita y Antapite se ha aplicado el criterio de falla de Hoek & Brown (2002-2007) haciendo uso del programa ROCLAB de Rocscience Inc. (2013). Para ello se tomaron los valores más representativos de calidad de la masa rocosa involucrada con cada dominio estructural, además de la resistencia compresiva uniaxial estimada y de la constante “mi” de la roca intacta obtenida con los ensayos de laboratorio. La resistencia compresiva uniaxial ha sido determinada en cada estación de mapeo geotécnico.

Cuadro 11

Parámetros de resistencia de la masa rocosa en vetas zorro rojo, pampeñita y antapite (SIERRA, 2019)

Sector	GSI	σ_c	(MN/m ³)	“mi”	amr	smr	Emr	ν
CT alejada	55	60	0.026	10.205	0.5	0.0067	10329	0.34
CT	50	38	0.026	10.205	0.5	0.0039	5510	0.34
Mineral	25	20	0.026	10	0.5	0.000133	285	0.30
CP	50	39	0.026	6.511	0.5	0.0039	3290	0.34
CP alejada	55	60	0.026	6.511	0.5	0.0067	10329	0.34

Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Donde:

GSI : Calidad de la masa rocosa GSI = RMR (para condiciones húmedas)

σ_c : Resistencia compresiva uniaxial de la masa rocosa

ν : Densidad de la roca intacta

- mi : Constante de la roca intacta
- amb : Constante de la masa rocosa
- smr : Constante de la masa rocosa
- Emr : Módulo de deformación de la masa rocosa
- v : Relación de Poisson de la masa rocosa

3.3.6. Condición de Agua Subterránea

La presencia del agua en la masa rocosa de las excavaciones subterráneas tiene un efecto adverso en las condiciones de estabilidad de las mismas. El principal efecto de la presencia del agua en la masa rocosa es la presión que ejerce en las discontinuidades estructurales disminuyendo la resistencia al corte y favoreciendo la inestabilidad de las labores subterráneas. Se ha observado en las vetas Zorro rojo, Pampeñita y Antapite que las condiciones de agua subterránea en las cajas alejadas (techo y piso) son de seco a húmedo; en la caja techo inmediata de húmedo a mojado; en la caja piso inmediata de seco a húmedo y en el mineral de seco a húmedo.

Las características de presencia del agua en el presente estudio han sido consideradas en la valoración de la calidad de la masa rocosa, con lo cual se han realizado todos los cálculos de diseño.

3.3.7. Esfuerzos In-Situ

Para el presente estudio geomecánico, se han estimado los esfuerzos in-situ tomando en cuenta el concepto de carga litostática (Hoek y Brown, 1978). El minado se realizará desde superficie hasta una profundidad máxima de 200 m aproximadamente.

A esta profundidad se presenta un esfuerzo vertical de 5.2 MPa, considerando que la densidad de la roca es de aproximadamente 0.026 NM/m³. Para esta etapa de minado se puede considerar el mismo valor para el esfuerzo horizontal.

Condiciones de estabilidad de las excavaciones

“Direcciones preferenciales de avance de las excavaciones, existen direcciones preferenciales en las cuales debe ser alineado el avance de las excavaciones, para lograr mejores condiciones de estabilidad de las mismas. Las condiciones más favorables para la estabilidad, ocurren cuando se avanzan las excavaciones en forma perpendicular a las estructuras principales; de manera contraria, las condiciones más desfavorables para la estabilidad ocurren, cuando se avanzan las excavaciones en forma paralela a las estructuras principales”. (E & L, 2005).

De acuerdo con el arreglo estructural que presenta la emasa rocosa en las vetas Zorro Rojo Pampeñita y Antapite, se observa la existencia de sistemas principales que tienen rumbo paralelo al rumbo de la vetas, por razones técnicas los tajeos deberán seguir el alineamiento de las mismas, estas direcciones no serán favorables para el caso de los tajeos.

En el caso de las excavaciones asociadas a los desarrollos o labores de acceso, se podría encontrar algunas direcciones preferenciales de avance de las excavaciones que en este caso desde el punto de vista de la estabilidad es la dirección NS. En caso haya opción de escoger la dirección para algunas excavaciones, es recomendable seguir este alineamiento ya que con ello se tendrá oportunidad de controlar mejor las condiciones de estabilidad de las mismas y reducir el uso del sostenimiento.

3.3.8. Estabilidad Estructuralmente Controlada

Las discontinuidades estructurales como fallas, diaclasas, estratos y otros, constituyen planos de debilidad, que al interceptarse, podrían formar cuñas o bloques rocosos en el techo y/o paredes de la excavación, presentando libertad para descolgarse, rotar o deslizar. Por tanto, la estabilidad de las excavaciones rocosas estará condicionada por la presencia de estas cuñas o bloques, a esto es lo que se llama “estabilidad estructuralmente controlada” (RocLab, 2004).

“A fin de evaluar la influencia del arreglo estructural de la masa rocosa en las distintas labores de la mina Antapite, principalmente en las labores de desarrollo como el caso de bypass y ventanas, en relación a las condiciones de estabilidad de las excavaciones que están asociadas al minado, se ha realizado un análisis de estabilidad estructuralmente controlada, utilizando el programa de cómputo UNWEDGE” (Hoek, Brown, & Caranza, 2002)

Para este análisis es importante acotar que la influencia estructural en las excavaciones tiene mayor importancia cuando la calidad de la masa rocosa pertenece un RMR IIIB y superior. En rocas de calidad inferior siempre hay la necesidad de utilizar sostenimiento que estaría cubriendo la necesidad debido a la influencia del aspecto estructural en la estabilidad, en este último caso está referido a la estructura mineralizada, en el caso de las galerías.

Para este análisis se ha considerado para los accesos de las vetas Zorro Rojo, Pampeñita y Antapite diferentes direcciones de avance puesto que las excavaciones no tienen una misma alineación debido a que sigue el rumbo de la veta que en muchos casos varía en forma sinusoidal. Las principales direcciones son las paralelas al rumbo de la veta y la dirección perpendicular a la misma. Se ha considerado direcciones de azimut de 124° y 128° , para el caso perpendicular el azimut es de 32° y 42° . La sección de análisis de las excavaciones fue de 2.4×2.4 m y 2.7×2.7 ,

dimensiones que se han establecido para este tipo de minado. Si las excavaciones tienen menos altura, los análisis son también válidos.

Los resultados de los análisis realizados son presentados en el Anexo 4, así como los datos de entrada y salida del programa de cómputo utilizado. A partir de estos resultados podemos manifestar que cuando se avanza de modo paralelo a la veta (azimut 124° y 128°), se formaría cuñas alargadas en el techo requiriendo para su estabilización pernos de 5 pies de longitud y espaciados a 1.5 m para asegurar la estabilidad de los techos. Para la dirección perpendicular a la veta, se observa la formación de pequeñas cuñas que pueden ser controladas con el uso de pernos ubicados esporádicamente, en casos donde el fracturamiento sea mayor se colocara malla electrosoldada.

Como conclusión, los resultados de este análisis indican que las cuñas que se forman tienen mayor implicancia en la estabilidad, en la dirección de avance de las excavaciones paralela al rumbo de la veta.

Otro aspecto estructural importante es aquel relacionado a la presencia de las zonas de fallas o zonas de contacto donde el tratamiento del sostenimiento obedece a un tema operacional más que por esta técnica. Por otro lado, las técnicas de perforación y voladura que se utilicen tendrán un rol importante en estos casos, siendo recomendable realizar cuidadosos diseños y ejecuciones de perforación y voladura controlada para mantener principalmente la estabilidad adecuada de las paredes de los tajeos.

3.3.8.1. Sostenimiento de las Excavaciones

Se realizó el análisis que permita determinar el tipo de sostenimiento a emplearse, esto con el objetivo de contener bloques y material alterado propios del macizo rocoso.

Para definir los sistemas de sostenimiento, se consideró la estimación mediante metodologías empíricas de Grimstad and Barton (2015), que relaciona la calidad del macizo rocoso expresado por el valor de Q de Barton y/o RMR de Bieniawski y la luz de la excavación (S) ajustada por un factor de seguridad según el tipo de excavación (ESR, Excavation Support Ratio).

En el plano geomecánico elaborado para el proyecto, se determinaron los rangos de valores de RMRB. De manera que, en la estimación de sostenimiento, se considera como labores temporales, su valor para el parámetro ESR igual a 3 y para labores permanentes es 1.6. En el cuadro 5 se presenta las dimensiones de luz máxima de diseño, así como también la razón S/ESR.

Cuadro 12
Dimensiones de diseño (SIERRA, 2019)

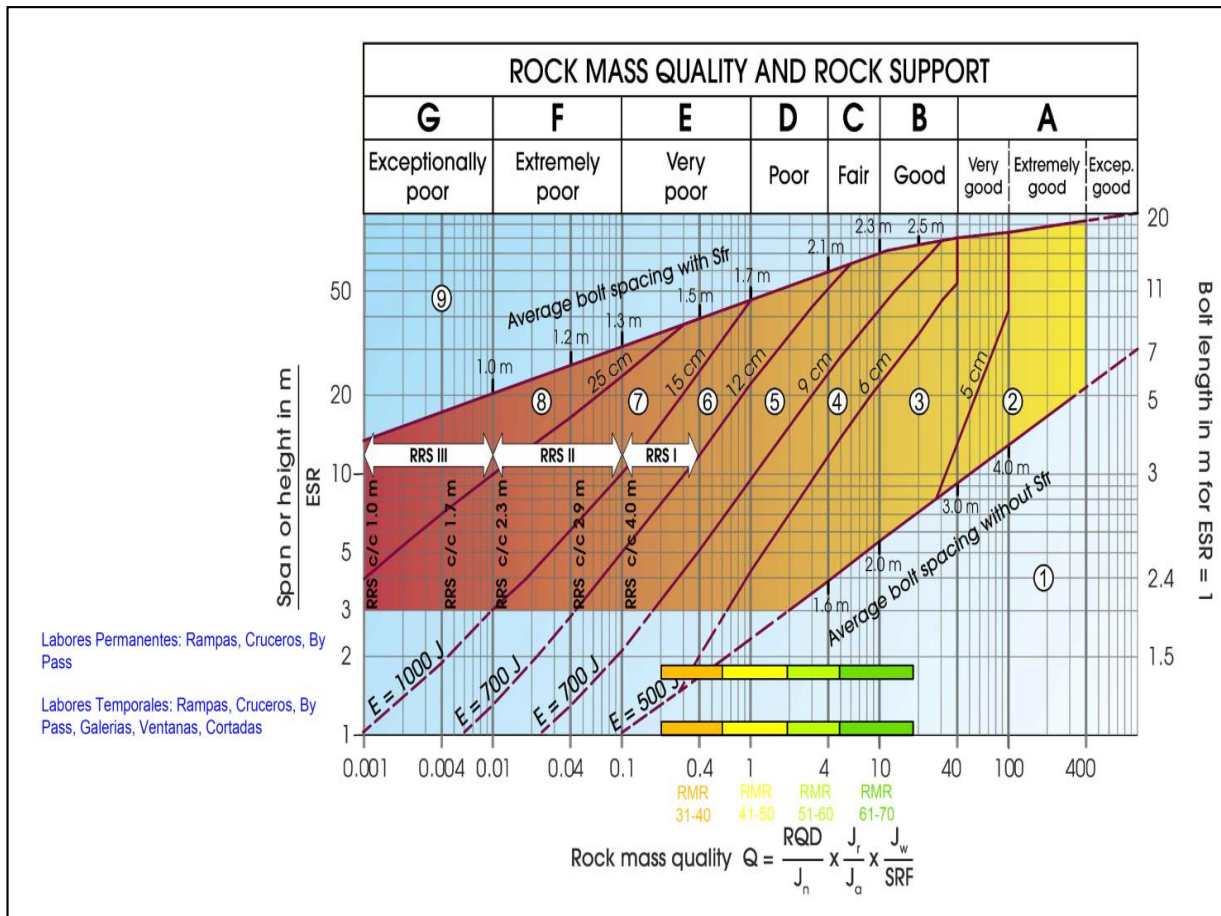
Labor	Luz Máxima (m)	ESR	LUZ/ESR
Rampas, Cruceros, By Pass	2.7	1.6	1.7
Rampas, Cruceros, By Pass	2.7	3.0	1.0
Rampas, Cruceros, By Pass, Galerías, Ventanas, Cortadas	2.4	3.0	1.0

Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

De lo anteriormente analizado y para una mejor disposición, el sostenimiento recomendado según la siguiente figura N°5 sería el siguiente:

- ✓ Para RMR 51-60: Sostenimiento con pernos espaciados a 1.5m x 1.5m en forma de rombo.
- ✓ Para RMR 41-50: Sostenimiento con pernos espaciados a 1.5m x 1.1m en forma de rombo más malla electrosoldada.
- ✓ Para RMR 31-40: Cuadros de madera espaciados a 1.2m con todos sus elementos de seguridad o shotcrete de 2” más pernos espaciados a 1.5mx1.5m en forma de rombo.
- ✓ En Zonas donde aparezcan Zonas puntuales de Calidad de RMR 31-40 y RMR 31-50, realizar el sostenimiento con pernos espaciados a 1.5m x 1.1m en forma de rombo más malla electrosoldada. Si bien, los estándares nos entregan una buena referencia de sostenimiento, deben ser usadas sólo como guía, puesto que el diseño de sostenimiento siempre debe estar sujeto a las condiciones locales de la excavación, por lo anterior, es fundamental realizar un estricto seguimiento y control geomecánico mediante mapeo y proyección estructural a medida que se desarrolla las labores.

Figura 6
Gráfica de (Grimstad & Barton, 2015), a partir del cual se define los requerimientos de sostenimiento

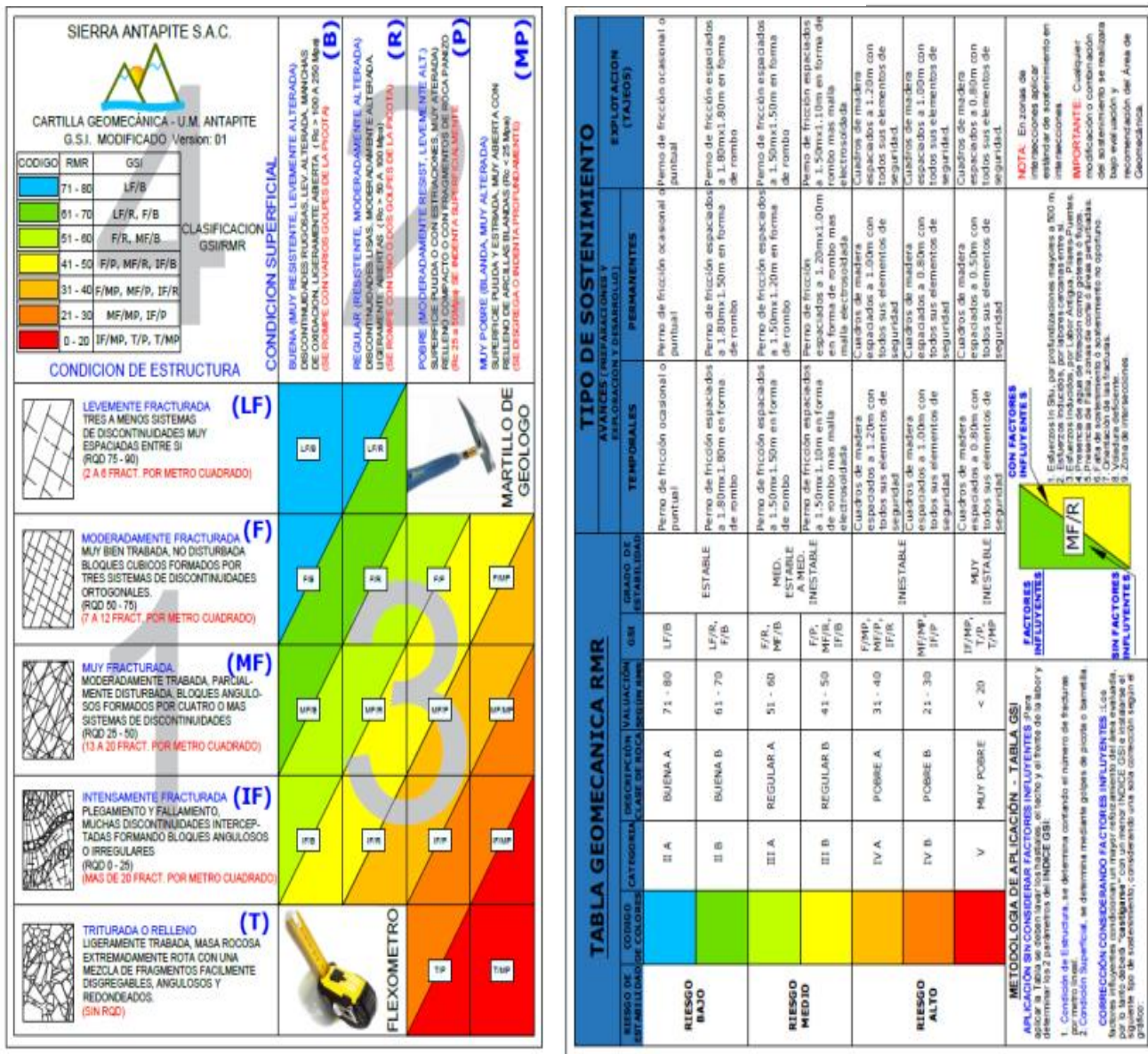


Fuente: Grimstad & Barton, 2015

3.3.8.2. Sostenimiento en Labores de Avance

El sostenimiento de las labores de avance se realizará de acuerdo a las clasificaciones del GSI. A continuación, se muestra la Tabla GSI aplicada en la mina.

Figura 7
 Tabla de GSI aplicada para mina Antapite (SIERRA, 2019)

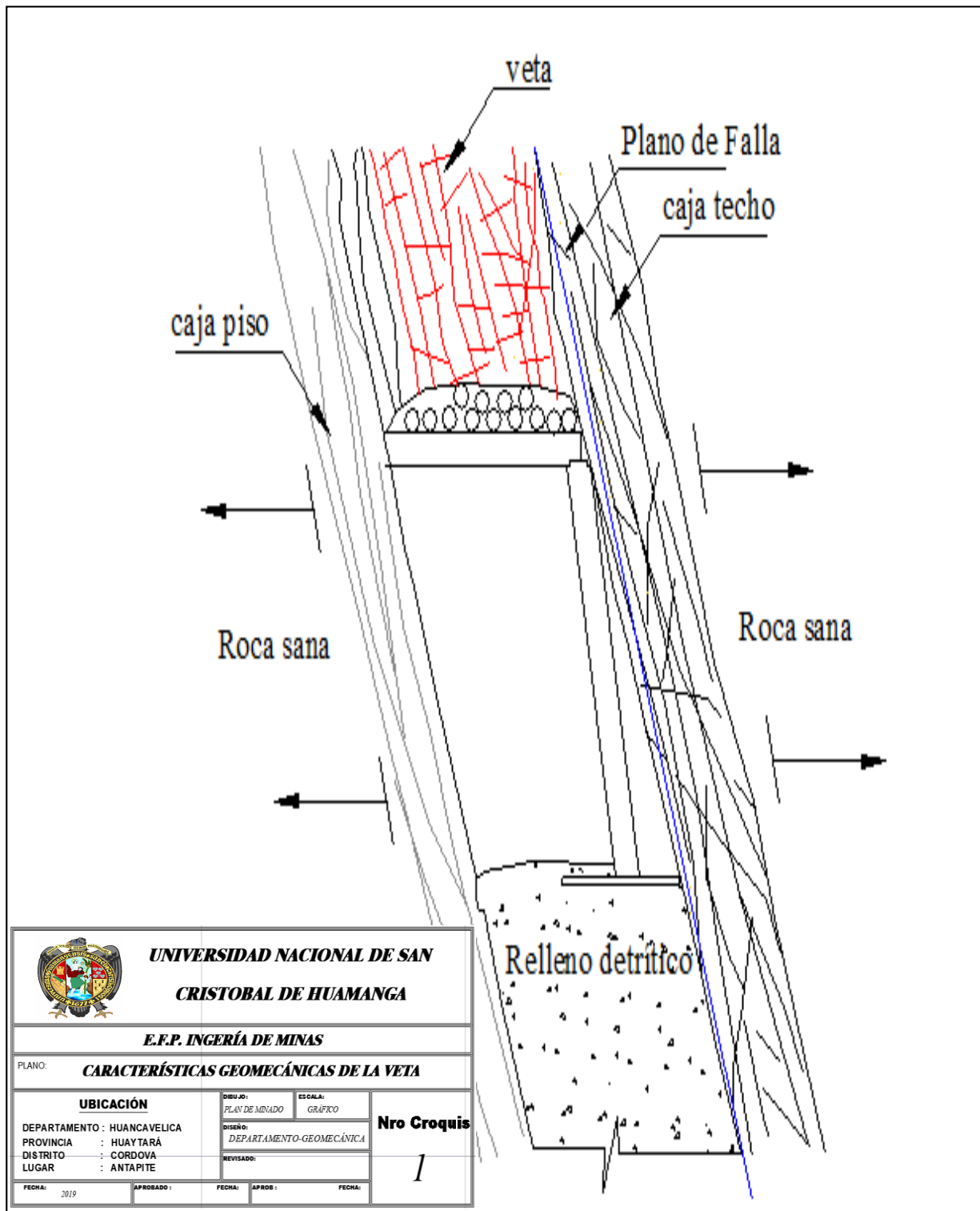


Fuente: U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

3.3.8.3. Sostenimiento en Labores de Explotación

Se presentan las características geomecánicas principales, variándose entre las diferentes vetas.

Figura 8
 Croquis ilustrativo de las Características Geomecánicas de la Veta



Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Cuadro 13
Resumen de las Características Geomecánicas en Mina Antapite.

Masa Rocosa				
<i>Características geomecánicas principales</i>	<i>Mineral</i>	<i>Caja techo</i>	<i>Caja piso</i>	<i>Roca Sana</i>
G.S.I.	IF/R – MF/M	MF/M – IF/M	MF/R – IF/R	F/R – F/B
RMR	30 a 40	25 a 35	40 a 55	55 a 70
Calidad de la masa rocosa	Mala	Mala	Regular	Regular a buena
Resis. compresiva (MPa)	25 - 50	< 25	25 - 50	70 a 150
RQD (%)	10 - 15	0 – 10	20 - 35	50 a 90
Espaciamiento (m)	< 0.06	< 0.06	0.06 – 0.20	0.2 a 0.6
Condición de juntas	Poco persistente, apertura < 1mm lig. Rugosas, relleno suave < 5 mm, moderada alteración.	Persistencia > 10m, apertura < 1mm, lisas, relleno suave > a 5 mm, muy alterada.	Persistencia > 10m, apertura menor a 1 mm, lisas con relleno suave < 1mm, moderada a muy alterada.	Persistencia de 3 a 10m, cerradas, ligeram. rugosas, con patinas de óxidos, ligeramente alterada.
Agua	Seco a Húmedo	Húmedo a Mojado	Seco a húmedo	Seco a húmedo
Observaciones	Débil, fracturado y alterado	Muy débil, muy fracturada, panizada y muy alterada	Débil, fracturada, en ocasiones panizada y alterada	Condiciones geomecánicas favorables

Fuente: Plan de minado de U.E.A. Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

3.3.9. Ensayos de Laboratorio

El último reporte de ensayos de propiedades físicas, compresión simple, compresión triaxial, constantes elásticas y corte directo, se realizó en Abril 2018 por TECSUP.

3.3.9.1. Diseño Geomecánico de Métodos de Minado:

Se ha determinado que los 3 métodos de minado más apropiados, los mismos que fueron configurados de acuerdo a las condiciones geomecánicas del macizo rocoso y el plan de minado son: Corte y relleno ascendente convencional, Sublevel stoping con taladros largos, Hundimiento de subniveles, Sub level Caving transversal. La configuración geométrica del yacimiento está conformada por vetas de 75° de buzamiento, potencias de 1.2 m, con leyes de mineral de Oro y Plata.

3.3.9.2. Modelamiento Numérico de Secuencia de Minado

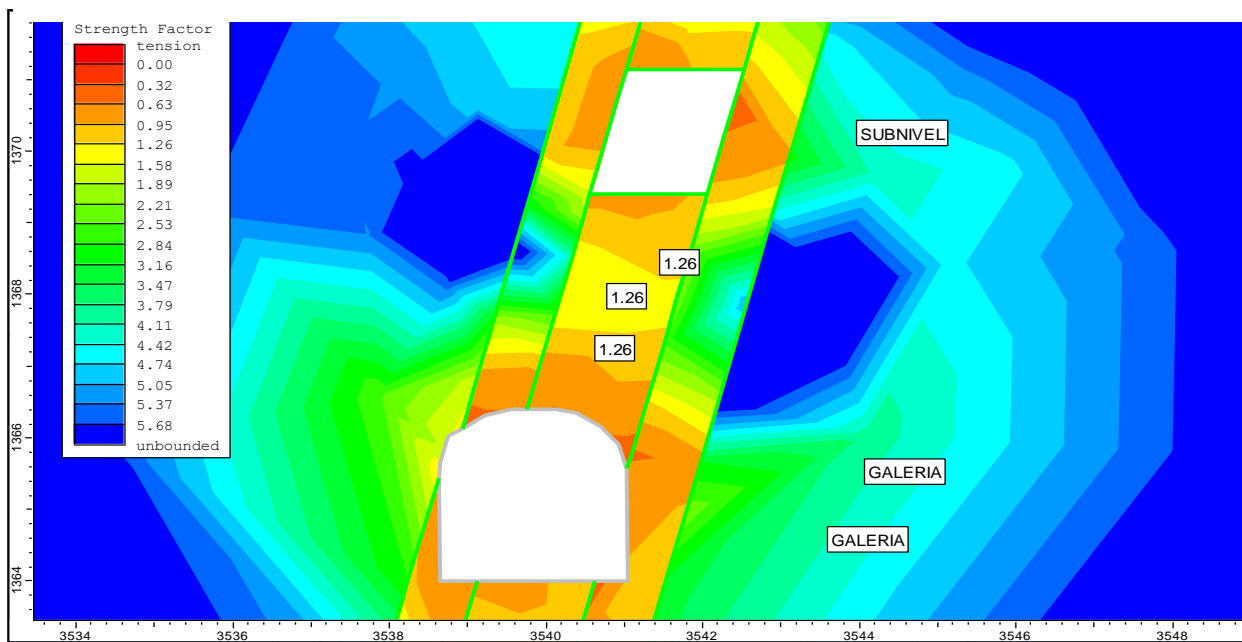
Para conocer y tener un mejor entendimiento de los esfuerzos inducidos alrededor de la explotación de la Mina Antapite, que nos pueda permitir simular una secuencia de minado favorable a la seguridad y reducción de concentración de esfuerzos, se ha realizado un modelamiento de esfuerzos inducidos en dos dimensiones (2D) con el apoyo del programa Phases2D (Rocscience), que realiza análisis numérico de esfuerzo-deformación por el método de elementos finitos (FEM) para una condición elástica y elasto-plástica. Los esfuerzos calculados en forma elástica pueden ser contrastados contra el criterio de falla de Hoek-Brown, a fin de determinar si hay zonas con potencial de fallamiento.

Se obtuvo los siguientes resultados:

Corte y relleno ascendente convencional

Figura 9

Isovalores de Factores de Seguridad Corte y relleno ascendente convencional (SIERRA, 2019)

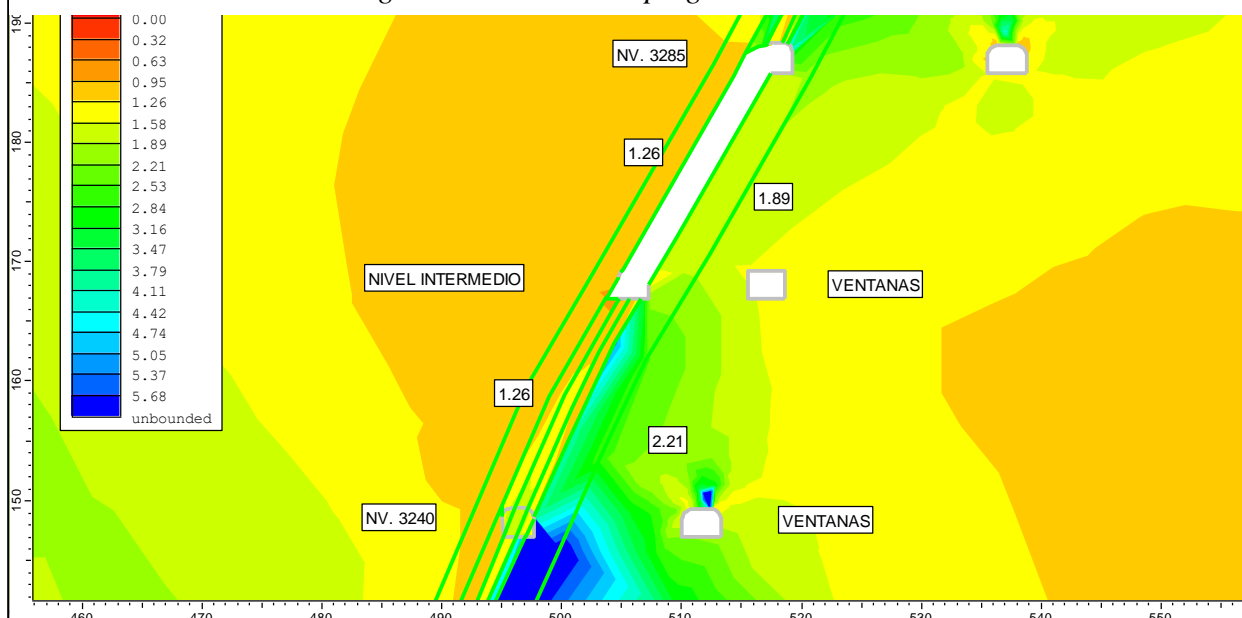


Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Sublevel stopping con taladros largos

Figura 10

Isovalores de Factores de Seguridad Sublevel Stopping

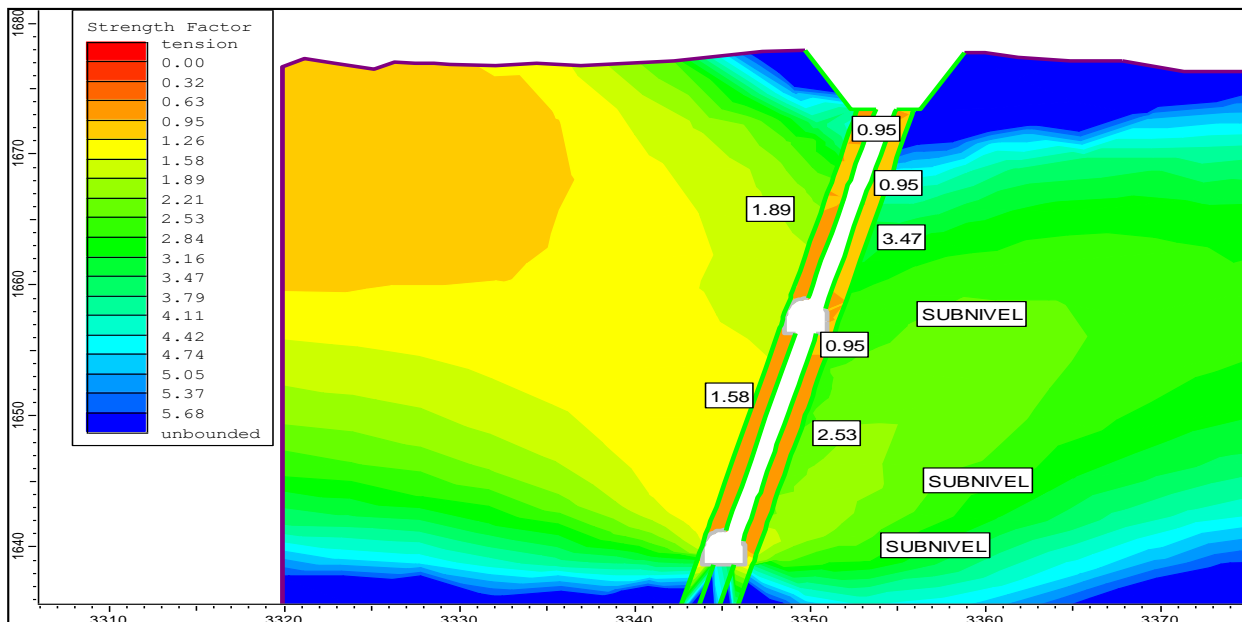


Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Hundimiento por subniveles

Figura 11

Isovalores de Factores de Seguridad Hundimiento por subniveles

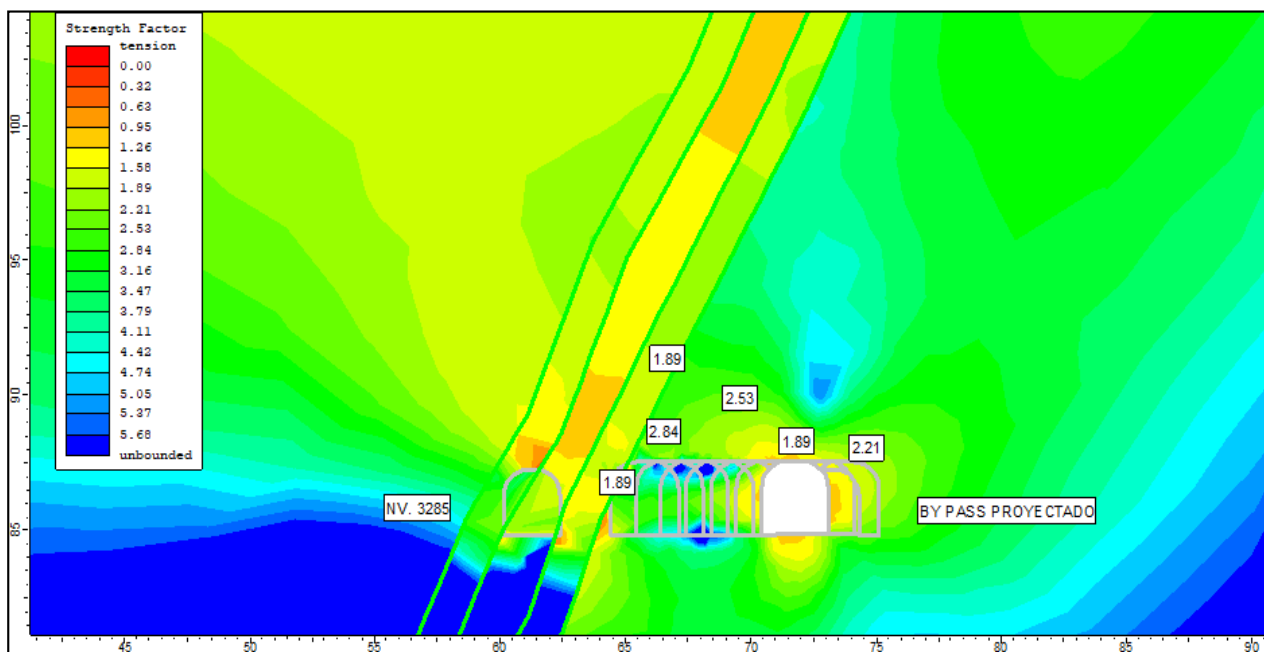


Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

Sub Level Caving transversal

Figura 12

Isovalores de Factores de Seguridad Sub level Caving transversal



Fuente: Plan de minado de U.E.A.Antapite 2019 (Departamento de Geomecánica)

CAPITULO IV

4. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA AMPLIACIÓN DEL PIQUE 420.

4.1. Generalidades del Pique 420.

La unidad minera Antapite S.A.C. cuenta con un sistema de minado convencional y mecanizado, donde actualmente se viene trabajando en vetas: Pampeñita, Zorro Rojo, Antapite y Verónica, cuenta con una infraestructura de rampas, cruceros, cortadas, chimeneas y pique 420, como medio de extracción, estos están integrados desde el nivel 3130 hasta superficie en nivel 3340.

4.1.1. Pique Vertical 420.

El pique vertical, en minería es una perforación vertical en la cual se puede descender en jaulas a profundidades de la tierra. Sirven para comunicación entre la mina subterránea a superficie. Por lo general en pequeña minería las longitudes oscilan entre 100m – 500m mientras tanto en la mediana minería de 500m – 1200m

El pique 420 en la actualidad sirve como acceso del personal y materiales hacia los niveles 3190 y 3130 como también en la extracción de mineral con un rendimiento de 150 TMH/Día lo cual es deficiente por que limita la producción general de la mina, este problema también es debido a que las labores de explotación que se encuentra en el nivel 3190 no abastece al requerimiento del

winche instalado en el Nv. 3240. Vale mencionar que el pique 420 en la actualidad va siendo rehabilitada para el acceso hacia los niveles 3130, 3080, 3030 para su posterior operación en esas labores.

4.2. Características y Criterios de Diseño del Proyecto de Ampliación del pique 420.

1. Labor : Pique 420
2. Fecha : 12 de diciembre de 2018
3. Compañía : Sierra Antapite S.A.C.
4. Ubicación de la Mina : Distrito de Ocoyo, provincia de Huaytará, Departamento de Huancavelica.
5. Persona de Contacto : Ing. Juan Villanueva
6. Profundidad Total del Pique : 360 m.
7. Cota Superior del Pique: : 3,364 m. (Proyecto)
8. Cota Superior del Pique: : 3,281 m. (Nivel Actual)
9. Cota Inferior del Pique: : 3,022 m. (Nivel Actual)
10. Cota Estaciones de Carga:

Nivel de Mina	Diferencia de Cota (m)
Nv. 3340	0 (Nuevo solo mineral)
Nv. 3190	150 (Actual mineral y desmonte)
Nv. 3130	210 (Próximo a rehabilitar)
11. Cota Estación de Descarga para skip actual:

Nivel de Mina	Diferencia de Cota (m)
Nv. 3355	0 (Nuevo)
12. Cotas de las Estaciones del Pique:

Nivel de Mina	Diferencia de Cota (m)
Nv. 3340	0 (Estación Nuevo)
Nv. 3240	100 (Estación Actual)
Nv. 3190	150 (Estación Actual)
Nv. 3130	210 (Estación a rehabilitar)
Nv. 3070	270 (Estación a rehabilitar)

13. Tipo de Pique	Vertical	<input checked="" type="checkbox"/>	Inclinado	<input type="checkbox"/>
	Concreto Reforzado	<input type="checkbox"/>	Acero	<input type="checkbox"/>
	Madera	<input checked="" type="checkbox"/>	Ventilación	<input checked="" type="checkbox"/>

14. Ventilación	Hacia arriba	<input type="checkbox"/>	Hacia Abajo	<input checked="" type="checkbox"/>
-----------------	--------------	--------------------------	-------------	-------------------------------------

15. En caso de ser Pique Inclinado (%): No especifica

16. N° de Compartimentos : 03

17. Usos de los Compartimentos :

Compartimiento N° 1	Skip # 1
Compartimiento N° 2	Skip # 2
Compartimiento N° 3	Camino

18. Diseño del Tonelaje de Mineral/Día: 600 TM/día

19. Diseño del Tonelaje de Mineral/Mes: 15,780 TM/mes

20. Diseño de Tonelaje de Desmonte/Mes: TM/mes

21. Número de Días Laborables/Año - Planta: 358 días/año

22. Número de Días Laborables/Año - Mina: 360 días/año

23. Gravedad Específica del Mineral: 2.6 TM/m³

24. Densidad de Mineral Suelto (Después del Disparo): 1.8 TM/m³
25. Gravedad Específica del Desmonte: 2.5 TM/m³
26. Densidad del Desmonte Suelto (Después del Disparo): 1.5 TM/m³
27. Caudal Estimado de Filtración de Agua en el Pique: 50 lt/seg
28. ¿Se ha realizado algún Estudio Geotécnico en el Pique? Sí No
29. Servicios requeridos en el Pique :
- | | | | |
|---------|-------------------------|-------------|-----------------------|
| Tubería | Agua: | 12 lt/seg | Dia: 2" |
| | Aire Comprimido: | 1000 cfm | Dia: 4" |
| | Bombeo: | lt/seg | Dia: 4" |
| Cables: | 3/4" De acero (tambora) | Tamaño: 53" | De acuerdo con diseño |
30. Número de Trabajadores requeridos para completar el Tonelaje Diario: 03 Wincheros + 03 timbreros
31. Número de Turnos/Día : 02
32. Horas por Turno : 12 Hr/gdía
33. Costo Promedio de Energía : No especifica
34. Preferencia por Winche de CA o CC: CA
35. Número de Horas de Izaje/Día : 18 Hr/día

(GEMIN & SIERRA ANTAPITE, 2019)

4.3. Campos de Aplicación.

En el campo de aplicación se establecerán de acuerdo al tipo de servicio que este prestara, por lo tanto debe estar en las siguientes:

- ✓ Exploración

- ✓ Producción
- ✓ Servicios y ventilación

4.4. Estructura del Pique Vertical.

a. Excavaciones:

- Rampa de acceso a la cámara winche por el nivel 3340.
- Galería de acceso a infraestructura del sistema de izaje nivel 3340.
- Cámara para winche y accesorios.
- Cámara para poleas.
- Pique.
- Bolsillo (pocket).
- Estación nivel 3340.

b. Civil:

- Fundación para winche CIR 53" x 36".
- Loza cámara winche CIR 53" x 36".
- Collar en pique de concreto estructural.
- Soporte para poleas (2).
- Boca de bolsillo en concreto estructural.
- Muro de concreto estructural para soporte de tolva descarga de bolsillo.

c. Eléctrico:

- Sub Estación para winche nivel 3364.
- Tendido de cable.

- Alumbrado.

d. Mecánico:

- Desmontaje de puente grúa del pique 504.
- Desmontaje de winche CIR 53” x 36” y accesorios.
- Desmontaje de poleas, del pique 420.
- Montaje de puente grúa.
- Montaje de winche CIR 53” x 36” y accesorios.
- Montaje de poleas e integración.
- Montaje de Scrooll.
- Montaje de tolva metálica con dosificador de cadena.

4.5. Factores de Diseño de un Pique Vertical.

Los factores más importantes para el diseño de un pique son los económicos, operacionales y geológicas. El conjunto y cada uno por si solo inciden en forma importante en el diseño del pique y están relacionados.

4.5.1. Factores Económicos

Su incidencia se aprecia en los costos que tenga el desarrollo del pique, en la decisión de elegir una de las variantes que se presentan en la ubicación, diseño y método de profundización de un pique, el factor determinante es el económico, y este a su vez está sujeto a otros factores de superficie, subterráneos, geológicos, operacionales y otros que se puedan presentar en el terreno o en la práctica. Se considera ciertos parámetros a comparar para hacer la elección de una de las variantes presentadas, que están relacionadas con la sección, tipo y condiciones del terreno.

Los costos que se deben tener en cuenta para la comparación son los siguientes:

- Costos de Materiales
- Costos de Mano de Obra
- Costos de Maquinarias
- Costos de Energía

Costos considerados en la ubicación Se dividen en dos costos que inciden en la elección del lugar de ubicación en particular.

Inversiones Básicas:

- Costos de pique
- Costo de labores transversales.
- Costos de instalaciones de superficie.
- Costos de carguo.

Costo de explotación:

- Costos de conservación de las labores.
- Costos de transporte por galerías transversales.
- Costos de extracción.
- Costos de desagüe

4.5.2. Factores Operacionales

Las variables que deben considerarse para el diseño de un pique deben ser: Método de profundización: de acuerdo al terreno a travesar, existencia del agua medios económicos disponibles y tiempo de plazo para terminar de profundizar el pique.

- Elección del equipo y materiales: en función del método aplicado en la prolongación.

- Elección de personal: de acuerdo a la naturaleza y tipo de trabajo a realizar.
- Abastecimiento: depende del lugar de ubicación, maquinaria empleada, materiales.
- Mantenimiento: depende del personal a emplear, maquinaria a utilizar.

Otros: factores operacionales condiciones en el diseño y elección de un pique son:

- a. Profundidad
- b. Diámetro del pique
- c. Características geológicas de la zona

4.5.3. Factores Geológicos.

Para construir un pique es necesario primero tener un marco general y completo de la geología del sector a profundizar o prolongación. Es necesario conocer los accidentes geológicos y para ello se hace uso de prospecciones por medio de sondajes, perfiles sísmicos, observaciones geológicas de superficie, perfiles geomecánicos, etc. También la litología de las rocas circundantes, su fracturamiento, nivel de diaclasas presentes, tanto en rumbo como en buzamiento que podrían modificar las condiciones del pique.

4.6. Planeamiento del Proyecto Incluido el Sistema de Izaje.

La prolongación del pique será ejecutada en forma descendente en dos etapas por facilidad de construcción, una primera etapa del nivel 3364 hasta el nivel 3340 con tres compartimientos (dos compartimientos para skip y un compartimiento para servicios). y la segunda etapa del nivel 3340 hacia el nivel 3282 con tres compartimientos (dos compartimientos para skip y un compartimiento para servicios).

Para iniciar con la construcción del pique 420 y dar facilidad para el transporte de materiales y/o herramientas es indispensable contar con un winche (3 ton, 25 HP y cable de 1/8”), el cual debe

estar previamente instalado en el nivel 3364 (o superficie) muy próximo al collar de pique. Igualmente, sobre el collar (en roca) debe instalarse dos vigas para el soporte de la polea de construcción.

Previamente para la construcción del pique en la primera etapa deberá instalarse un deflector (puntales de eucalipto y tablas) en el nivel 3340 a fin facilitar la evacuación del desmorte generado por este nivel. En la primera etapa se realizará la ampliación de la chimenea a una sección de 1.9m x 5.3m, para lo cual se realizará en forma diaria cuatro voladuras de 2.4m (turno noche) y el armado de tres sets de madera de 1.4m (turno día), dejando siempre una luz de 4.4m para no dañar la nueva infraestructura (cuadros de madera). Para la instalación de los sets de madera se empleará una plataforma metálica tipo paragua que se sostendrá con cuatro tecles para darle estabilidad inicialmente se sostendrá en las vigas del collar y posteriormente en forma descendente de las últimas longarinas instaladas. Durante la primera etapa de construcción del pique se habilitará un compartimiento (# 3) para camino de 24m que facilite el ingreso de personal y el segundo compartimiento (# 2) será exclusivo para bajar material. Culminado la primera etapa del pique deberá construirse el collar del pique en el nivel 3364 con concreto estructural. Es muy importante habilitar el acceso al pique 420 por el nivel 3285, el cual debe coincidir con la culminación de la primera etapa del pique y el inicio de la segunda etapa.

Para el inicio de la segunda etapa deberá previamente instalarse un deflector (puntales de eucalipto y tablas) en el nivel 3285, solo después de esta actividad deberá retirarse el deflector del nivel 3340. En la segunda etapa se realizará la ampliación de la chimenea a una sección de 1.9m x 5.3m, para lo cual se realizará en forma diaria cuatro voladuras de 2.4m (turno noche) y el armado de tres sets de madera de 1.4m (turno día), dejando siempre una luz de 4.4m para no dañar la nueva infraestructura (cuadros de madera). Durante la segunda etapa de construcción del pique se

habilitará un compartimiento para camino definitivo que facilite el ingreso de personal y dos compartimientos para los futuros skips, siendo el compartimiento central (# 2) exclusivo para bajar material.

Culminado la construcción de la segunda etapa del pique se procederá al retiro de las poleas (2) del winche CIR pique 420 e instalar un deflector sobre las vigas. Culminado la instalación del deflector se procederá a realizar la integración del tramo nuevo del pique con el actual, empleándose para ello voladura controlada y la posterior instalación de los sets de madera pendiente.

Seguidamente se deberá retirar las vigas de soporte de las poleas del actual winche CIR y cualquier otra instalación que pueda originar interferencia en los tres compartimientos del pique. Posterior a lograr la resistencia adecuada del concreto se procederá a la instalación de las vigas para luego instalar las poleas del winche CIR. Seguidamente deberá instalarse el scroll previamente transportado en el nivel indicado en el plano de construcción (sobre el nivel 3340) y conectar los skips al extremo del nuevo cable de izaje. Culminado todas las instalaciones y verificado los frenos deberá procederse con las pruebas en vacío para su posterior liberación.

4.7. Cronograma de Planeamiento de Ejecución del Proyecto.

La ejecución de la infraestructura de la prolongación del pique 420 tiene una duración de 192 días que corresponde a 7 meses.

Cuadro 14

Cronograma de actividades de la ejecución del proyecto ANEXO 03

PROLONGACIÓN PIQUE 420	194 días	sáb 15/12/18	mié 26/06/19	
PROLONGACIÓN PIQUE	152 días	sáb 15/12/18	mié 15/05/19	
INGENIERIA	30 días	sáb 15/12/18	dom 13/01/19	
EXCAVACIONES ACCESOS Y CAMARAS	115 días	lun 21/01/19	mié 15/05/19	
SERVICIOS	10 días	lun 28/01/19	mié 6/02/19	
PLATAFORMA DE CONSTRUCCION PIQUE	4 días	dom 3/02/19	mié 6/02/19	
BOLSILLO	30 días	mar 26/02/19	mié 27/03/19	
PIQUE	97 días	lun 21/01/19	sáb 27/04/19	
MONTAJE WINCHE INGERSOLL RAND	150 días	lun 28/01/19	mié 26/06/19	

Fuente: Plan de Construcción del Proyecto de Prolongación del Pique U.E.A. Antapite
(Departamento de Planeamiento)

4.8. Cálculo de la Ampliación del Ciclo de Izaje.

Para la producción antes indicada se calcula las características del winche de izaje (600 TM/día). Y de acuerdo al plano adjunto en el anexo.

Cuadro 15

Parámetros del pique 420 (Mina Antapite)

Parámetros Para el Diseño del Requerimiento del Winche			
1.- Producción	=	600	TMS/día
2.- Profundidad del Pozo	150 m. =	492.126	pies
3.- Dimensiones del Pique	=	1.9 x 5.3	m.
4.- Skip en 2 compartimientos			
5.- Camino 1 compartimiento			
6.- Gravedad específica del mineral insitu	=	3.06	TM/m ³
7.- Factor de humedad	=	20	%
8.- Espojamiento	=	25	%
9.- Tiempo de operación	=	18	horas/día

Fuente: Elaboración propia

4.8.4. Cálculo de la Capacidad del Skip

Para calcular la capacidad del Skip usaremos la siguiente descripción matemática:

$$Q_s = (\text{Producción/hora}) / (\text{N}^\circ \text{ de viajes/hora}) \quad \text{TM} \quad (\text{A})$$

Descripción: Fórmula matemática para el cálculo la capacidad del skip

Consideramos 2 Guardias 9 hrs/gdia a 18 horas/día
luego:

$$\text{Producción/ hora} = (600 \text{ TM/día}) / 18 \text{ horas/día} = 33.33 \text{ TM/hora}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de viajes/hora} = (3600 \text{ seg/hora}) / (\text{N}^\circ \text{ de segundos/viaje}) \quad (\text{B})$$

Descripción: Fórmula matemática para el cálculo de N° de viaje/hora del skip

$$\text{N}^\circ \text{ de segundos/viaje} = T_c + T_a + T_u + T_d$$

Descripción: Fórmula matemática para el cálculo de N° de Seg/viaje del skip

Donde:

Tc = Tiempo de carga y descarga	=	30 seg.
Ta = Tiempo de aceleracion = V/a		-
V = Velocidad	V	= 750 pies/min.
Según tabla N° 4: (600+900)/2	V	= 12.5 pies/seg
	V	= 3.81 m/seg

Pero:

Ta = Según tabla N° 4: (8 +10)/2	=	9 seg.
Td = Tiempo de desaceleración = 50% * Ta	=	4.5 seg.

Tu = Tiempo en movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

$$Tu = Ec/V$$

$$Ec = (\text{Distancia tolva de carguío a tolva de descarga}) - (da + dd)$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la distancia efectiva

$$da = \text{Distancia de aceleración} = a * ((Ta^2)/2)$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la distancia de desaceleración

$$a = \text{Aceleración} = V/Ta = 0.42 \text{ m/seg}^2 = 1.39 \text{ pies/seg}^2$$

Reemplazando:

$$da = (0.42 \text{ m/seg}^2)((9 \text{ seg})^2/2) = 17.145 \text{ metros}$$

Por otro lado:

$$dd = \text{Distancia de desaceleración} = d * ((Td^2)/2)$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la distancia de desaceleración

$$d = \text{Desaceleración} = V/Td = 0.85 \text{ m/seg}^2 = 2.78 \text{ pies/seg}^2$$

$$\text{Reemplazando: } dd = 8.5725 \text{ metros}$$

Luego reemplazando en las formulas tenemos:

$$Ec = L1 - (da + dd) = 139.28 \text{ metros}$$

$$Tu = Ec/V = 36.56 \text{ seg}$$

Por tanto:

Tc = Tiempo de carga y descarga	=	30 seg
Ta = Tiempo de aceleración	=	10 seg
Tu = MRU	=	36.56 seg
Td = Tiempo de desaceleración	=	4.5 seg
Nº de seg/viaje =	TOTAL =	81.06 seg

Reemplazando en (B)

$$\text{Nº de viajes/hora} = (3600 \text{ seg/hora}) / (\text{Nº de segundos/viaje}) = 44 \text{ Viajes/Hora}$$

Reemplazando en (A)

$$\begin{aligned} Q_s &= (\text{Produccion/hora}) / (\text{Nº de viajes/hora}) = 0.75 \text{ TM} \\ &= 0.83 \text{ Tc} \\ Q_s &= 1654.63 \text{ Lib.} \end{aligned}$$

4.8.5. Cálculo del Peso del Skip

El peso del skip se considera el 70% del peso del mineral

$$\begin{aligned} \text{Peso skip} &= 70\% * Q_s = 0.70 * 0.48 = 0.53 \text{ TM} \\ &= 0.58 \text{ Tc} \\ &= 1158.24 \text{ Lib.} \\ \text{Peso de mineral} + \text{peso skip} &= (Q_s + P_s) = 1.28 \text{ TM} \\ &= 1.3824 \text{ Tc} \end{aligned}$$

4.8.6. Determinación del Diámetro y Peso del Cable

$$\begin{aligned} \text{Factor de seguridad será} &= 7 * (Q_s + P_s) = 8.93 \text{ TM} \\ &= 9.85 \text{ Tc} \end{aligned}$$

Con este valor se recurre a la tabla N° 5 y se selecciona el diámetro del cable:

$$\begin{aligned} \text{Buscando tendremos} &= RR_{\text{cable}} &= & 32.2 & T_c \\ \text{Para ello tenemos:} & \text{diámetro de cable} &= & 7/8" & 0.875 \text{ pulg.} \\ & \text{Peso del cable unit.} &= & 1.21 & \text{lib/pie} \end{aligned}$$

Luego el peso del cable será:

$$\begin{aligned} \text{PTC} &= L_2 * P_c \text{ unitario} &= & 674.7 \text{ Libras} \\ & &= & 0.34 T_c \\ & &= & 0.31 \text{ TM} \end{aligned}$$

4.8.7. Determinación del Factor de Seguridad Dinámico Efectivo (FSDE)

Para ello calcularemos la carga (W)

$$W = Q_s + P_s + P_c$$

Reentr. **Descripción:** Fórmula matemática para calcular la carga del skip

$$W = 1.74 T_c = 3487.57 \text{ lib.}$$

Donde

Qs: Capacidad Skip

Ps: Peso de Skip

Pc: Peso de Cable

Luego utilizaremos la siguiente fórmula para calcular el peso a soportar el cable

$$F = W + W(a/g) + 288000(d^3/D)$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular el peso a soportar el cable

Para determinar el diámetro de la tambora (Dt) utilizaremos:

$$Dt = 64 * d$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular el diámetro de la tambora

Lo cual nos resulta:

$$Dt = 56 \text{ pulg.} = 4.67 \text{ pies} = 1.42 \text{ m}$$

reemplazando valores para obtener el peso a soportar el cable tenemos:

$$F = 7083.58 \text{ lib} = 3.54 \text{ Tc}$$

luego:

$$FSDE = RR_{\text{cable}}/F = 9.09$$

Por tanto: $FSDE > Fs$ donde $9.09 > 7$ Ok;

Este resultado nos indica lo óptimo de nuestro cálculo del diámetro del cable de izaje.

4.8.8. Cálculo de las Características de la Tambora

A. Cálculo de la longitud de la Tambora (dw):

$$dw = Lh + Ei$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la longitud de la tambora

Donde:

$$Lh = (\text{N}^\circ \text{ de vueltas de cable}/2) * d \quad d = \text{diámetro del cable}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Vueltas de cable} = (((L1 + L \text{ por amarres, cortes, etc.})/\pi * Dt) + 3)$$

Reemplazando valores:

$$\text{N}^\circ \text{ de vueltas de cable} = 51 \text{ Vueltas}$$

Luego:

$$L_h = (51 \text{ vueltas}/2) * 7/8 \text{ pulg} \quad 22.31 \text{ pulg} = 1.86 \text{ pies}$$

$$E_i = \text{espacio libre entre cables} = (3/64) * L_h = 0.09 \text{ pies}$$

$$d_w = 1.95 \text{ pies}$$

B. Cálculo del peso de la tambora (Wt)

$$W_t = 200 * A$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular el peso de la tambora

Donde:

$$A = \pi * D_t * d_w = 28.6 \text{ Pies}^2$$

Reemplazando:

$$W_t = 5719.6 \text{ lib.}$$

C. Cálculo de la Velocidad Angular o Circular del Tambor

$$a).- \text{Revoluciones por segundo: (RPS)} = V / (\pi * D_t) = 0.85 \text{ RPS}$$

$$b).- \text{Número de vueltas acelerando (Nº V.a)} = RPs * (T_a / 2) = 4.26$$

$$c).- \text{Nº de vueltas desacelerando (Nº V.d)} = RPs * (T_d / 2) = 1.92$$

$$d).- \text{Nº de vueltas a velocidad constante (Nº V.V.c)} = RPs * T_u = 31.17$$

D.- Cálculo de Momentos en la Tambora

$$\text{Carga} = Q_s + P_s = 2812.87 \text{ Lib}$$

$$\text{Cable } 6 \times 19 = 1.21 \text{ Lib/pie}$$

Diámetro de la tambora = 4.67 pies
 Radio de la tambora = 2.33 pies

a).- Momento de la carga cuando sube:

Cuadro 16

Momento de la carga cuando sube

N ^a vueltas acumuladas	Carga total (W) = (Qs+Ps)	Radio de polea (ft)	Momento de carga(lb*ft)	
0	2812.87	2.33	6563.37	lib*pie
4.26	2812.87	2.33	6563.37	lib*pie
35.43	2812.87	2.33	6563.37	lib*pie
37.35	2812.87	2.33	6563.37	lib*pie

Fuente: Elaboración propia

b).- Momento de la carga cuando baja (Ps)

Cuadro 17

Momento de la carga cuando baja

N ^a vueltas acumuladas	Carga total (W) = (Ps)	Radio de polea (ft)	Momento de carga(lb*ft)	
0	1158.24	2.33	2702.57	lib*pie
4.26	1158.24	2.33	2702.57	lib*pie
35.43	1158.24	2.33	2702.57	lib*pie
37.35	1158.24	2.33	2702.57	lib*pie

Fuente: Elaboración propia

c.- Momento de cable que sube:

Cuadro 18

Momento de cable que sube

N ^a vueltas acumulada	Distancias (ft) =N ^o vueltas*pi*Ø	Peso unitario (lb/ft)	Radio de polea (ft)	Momento de cable (lb*ft)
0	547.52	1.21	2.33	1545.82
4.26	485.03	1.21	2.33	1369.39
35.43	28.12	1.21	2.33	79.4
37.35	0	1.21	2.33	0

Fuente: Elaboración propia

d).- Momentos de cable que baja:

Cuadro 19

Momento del cable de baja

N ^a vueltas acumulada	Distancias (ft) =N ^o vueltas*pi*Ø	Peso unitario (lb/ft)	Radio de polea (ft)	Momento de cable (lb*ft)
0	0	1.21	2.33	0
4.26	28.12	1.21	2.33	79.4
35.43	485.03	1.21	2.33	1369.39
37.35	547.52	1.21	2.33	1545.82

Fuente: Elaboración propia

e).- Momentos totales

e.1.- De la carga que sube

Cuadro 20

Momento total de carga que baja

Vueltas	Momentos totales que sube			
	0	4.26	35.43	37.35
Carga	6563.37	6563.37	6563.37	6563.37
Cable	1545.82	1369.39	79.4	0
Total	8109.2	7932.76	6642.77	6563.37

Fuente: Elaboración propia

e.2.- De la carga que baja

Cuadro 21

Momento total de carga que baja

Vueltas	Momentos totales de la carga que baja			
	0	4.26	35.43	37.35
Carga	2702.57	2702.57	2702.57	2702.57
Cable	0	79.4	1369.39	1545.82
Total	2702.57	2781.96	4071.96	4248.39

Fuente: Elaboración propia

f).- Momentos Netos $Mo_{Neto} = Mo_{Total\ Subida} - Mo_{Total\ de\ bajada}$

Cuadro 22

Momentos totales

Nª vueltas acumulada	Mo total de carga de subida	Mo total de carga de bajada	Mo neto estático
0	8109.2	2702.57	5406.63 Mo max
4.26	7932.76	2781.96	5150.8
35.43	6642.77	4071.96	2570.82
37.35	6563.37	4248.39	2314.98 Mo min

Fuente: Elaboración propia

g).- Cálculo de los momentos de fricción (Mf ó Mof)

$$Mof = \frac{Mo_{m\acute{a}x} + Mo_{m\acute{i}n}}{2 \times Eff} - \frac{Mo_{m\acute{a}x} + Mo_{m\acute{i}n}}{2}$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular el momento de fricción

Donde:

Mmax. = Momento neto máximo

Mmin. = Momento neto mínimo

Eft = Eficiencia del momento medio = 80%

reemplazando:

$$Mof = 965.20216 \text{ lib-pie}$$

E. calculo del ángulo Flett o de variación

$$\begin{aligned} \text{Tang}(\theta) &= (dw/2)/\text{Long. (tambora-} \\ &\text{polea)} \\ \text{Reemplazando valores:} &= 0.54 \end{aligned}$$

$$\text{Tang}(\theta) = (1.95/2)/46 \rightarrow \theta = \text{arco tang}(1.43/150.92) = 0^\circ 32' 24''$$

Luego:

$$32' 24'' < 1^\circ 30' \quad \text{Oke}$$

I.- DISEÑO DEL MOTOR.

Para el diseño del motor se hace el metrado de las cargas:

2 Skips	=	2*733.55	=	2316.49 lib
Peso del mineral			=	1654.63 lib
2 Cables	=	2*1098.97	=	1349.39 lib
2 Tamboras	=	2* 8384.24	=	11439.17 lib
Engranajes = 10% Wt	=	0.1*5719.58	=	571.96 lib
2 Poleas	=	2*1515.85	=	3031.7 lib
PESO TOTAL (W)	=		=	20363.34 lib

4.9. Cálculo de Esfuerzos:

4.9.1. Cálculo de la Fuerza de Aceleración

$$F_a = (W * a) / g$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la fuerza de aceleración

Donde:

$$a = \text{aceleración} = 1.39 \text{ pies/seg}^2$$

Reemplazando:

$$F_a = (180907.26 * 1.39) / 32.2 = 878.34 \text{ Lib.}$$

4.9.2. Cálculo de Fuerza de Desaceleración.

$$F_d = (W * d) / g$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la fuerza de desaceleración

Donde.

$$d = \text{desaceleración} = 3.00 \text{ pies/seg}^2$$

Reemplazando:

$$F_d = (180907.26 * 2.78) / 32.2 = 1756.67 \text{ Lib.}$$

4.9.3. Cálculo del Momento de Aceleración.

$$M_a = F_a * r$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular el momento de aceleración

Reemplazando:

$$M_a = 815.53 * 2.33 = 2049.45 \text{ lib-pie}$$

4.9.4. Cálculo del Momento de desaceleración.

$$Md = Fd * r$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular el momento de desaceleración

Reemplazando:

$$Md = 1631.06 * 2.33 = 4098.9 \text{ lib-pie}$$

4.10. Cálculo de la Potencia del Winche Requerida (HP)

$$HP = ((2 * \pi * RPS) / 550) * Mt$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la potencia requerida del winche

Donde:

RPS = Revoluciones por segundo

Mt = Momento total que se obtiene de la suma que se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 23

Momentos totales de aceleración

Vueltas	0	4.26	4.26	35.43	35.43	37.35
Mo estático	5406.63	5150.8	5150.8	2570.82	2570.82	2314.98
Mo Fricción	965.2	965.2	965.2	965.2	965.2	965.2
Mo aceler.	2049.45	2049.45	0	0	0	0
Mo desacel.	0	0	0	0	-4098.9	-4098.9
Mo Total	8421.29	8165.45	6116	3536.02	-562.88	-818.71
Tiempo	0	10	10	36.56	36.56	41.06
Potenc. HP	82.03	79.53	59.57	34.44	-5.48	-7.97
		A	B	C	D	

Fuente: Elaboración propia

4.10.1. Cálculo de la Potencia Media Estimada

$$PME = (HPA + HPC)/2$$

$$PME = (60.87+17.21)/2 = 56.99 \text{ HP}$$

4.10.2. Considerando el 160% de Esta Potencia

$$PME1 = 1.60 * PME$$

$$PME1 = 1.60 * 39.04 = 91.18 \text{ HP}$$

Luego:

$$\text{El motor acelerando} = PME1/Ta = 62.46/10 = 9.12 \text{ HP/seg}$$

$$\text{El motor desacelerando} = PME1/Td = 62.46/4.5 = 20.26 \text{ HP/seg}$$

4.10.3. Las Potencias Corregidas en los Puntos A y D es:

$$A = 62.46 + 6.25 = 100.3 \text{ HP}$$

$$D = -19.86 - 13.88 = 14.78 \text{ HP}$$

Con estas potencias corregidas se calcula la potencia final del motor, además:

$$B = 59.57 \text{ HP}$$

$$C = 34.44 \text{ HP}$$

$$K1 = (1/2) = 0.5$$

$$K2 = 1$$

$$K3 = (1/4) = 0.25$$

$$\begin{aligned}
 A^2 &= 10059.75502 \\
 B^2 &= 3548.759785 \\
 C^2 &= 1186.232711 \\
 D^2 &= 218.4384124
 \end{aligned}$$

$$HP = \sqrt{\frac{A^2 ta + \frac{B^2 + C^2 + BC}{3} * tu + D^2 td}{K_1 ta + K_2 tu + K_1 td + K_3 tc}} = \sqrt{\frac{DH}{IM}}$$

Descripción: Fórmula matemática para calcular la potencia requerida corregida del winche

Reemplazando tenemos:

$$HP = 59.93 \text{ HP}$$

esta potencia hallada se multiplica por un 130% por seguridad

Entonces:

$$\text{Potencia final} = 1.30 * 59.93 = 77.91 \text{ HP}$$

será un motor de 3 fases, 60 ciclos, 440 voltios y de corriente alterna

4.11. Infraestructura.

4.11.1. Descripción del Pique vertical 420.

El actual pique 420 en operación permite izar mineral desde los niveles inferiores (3190, 3130 y 3070) hasta el nivel 3240 y desde este punto el mineral es transportado con locomotoras una

distancia promedio de 1.5km hasta las tolvas ubicados en superficie para luego continuar el transporte por 3.5km con camiones hasta la planta de procesos (stock pile).

El objetivo del proyecto es reducir el impacto tanto al medio ambiente (polvo), riesgos de seguridad (tráfico de camiones) y al costo de operación. Existe una chimenea de servicios (RC N° 3) que comunica a superficie y cuyo eje es casi paralelo al eje del Pique 420, el cual será aprovechado como slot para la ampliación de la chimenea a la sección rectangular del pique (1.9m x 5.3m).

El Proyecto de Prolongación del Pique 420 involucra la ejecución de las siguientes actividades:

A. Excavaciones:

- Rampa de acceso a la cámara winche por el nivel 3340.
- Galería de acceso a infraestructura del sistema de izaje nivel 3340.
- Cámara para winche y accesorios.
- Cámara para poleas.
- Pique.
- Bolsillo (pocket).
- Estación nivel 3340.

B. Civil:

- Fundación para winche CIR 53" x 36".
- Loza cámara winche CIR 53" x 36".
- Collar en pique de concreto estructural.

- Soporte para poleas (2).
- Boca de bolsillo en concreto estructural.
- Muro de concreto estructural para soporte de tolva descarga de bolsillo.

C. Eléctrico:

- Sub Estación para winche nivel 3364.
- Tendido de cable.
- Alumbrado.

D. Mecánico:

- Desmontaje de puente grúa del pique 504.
- Desmontaje de winche CIR 53” x 36” y accesorios.
- Desmontaje de poleas, del pique 420.
- Montaje de puente grúa.
- Montaje de winche CIR 53” x 36” y accesorios.
- Montaje de poleas e integración.
- Montaje de Scrooll.
- Montaje de tolva metálica con dosificador de cadena

4.11.2. Infraestructura del Pique vertical 420.

Actualmente el mineral es transportado con camiones una distancia de 3.5km, el nuevo proyecto bajo el mismo esquema de transporte deberá recorrer una distancia de 1.1km, generando como tal menor polvo en el entorno y se minimiza otros riesgos colaterales propias de la operación. Se detalla a continuación las principales actividades:

a. Rampa de acceso a la cámara winche por nivel 3340.

Construir una rampa de 166m en una sección de 2.4m x 2.4m para el acceso a la cámara de winche y cámara de poleas.

b. Crucero de integración de cámaras nivel 3364

Galería construida de 25m excavada en una sección de 2.4m x 2.4m para el cable de izaje del tambor de winche a la polea.

c. Galería de acceso nivel 3340.

Construir una galería de 95m en una sección de 4.0m x 4.0m para el ingreso de camiones desde superficie hacia el pique en el nivel 3340, ampliando previamente para ello la existente galería de 2.1m x 2.1m a una sección de 4.0m x 4.0m en una longitud de 110m.

d. Crucero para carguío de camión nivel 3340.

Construir una galería de 15m en una sección de 4m x 4m para el carguío de mineral al camión desde la tolva.

e. Cámara winche.

Debe construirse una cámara de 12.0m x 13.0m x 4.5m en el nivel 3364 para albergar al winche CIR 53" x 36" y sus accesorios.

- Winche CIR 53" x 36" y accesorios.
- Puente Grúa.
- Sub Estación.
- Iluminación.

f. Cámara de poleas.

Debe construirse una cámara para las poleas (2), el cual estará integrado con la cámara winche por una galería corta de 25m.

- Poleas de 53" (2).
- Vigas para soporte de polea.
- Iluminación.

g. Pique 420.

Existe una chimenea de servicios (CR N° 3), cuyo eje es aproximadamente paralelo al eje del pique, esta chimenea será ampliado a una sección rectangular de 1.9m x 5.3m, que es la sección del actual pique 420.

- Pique.

La construcción del pique será ejecutada en forma descendente. Esta actividad incluye la excavación e instalación de sets de madera debidamente alineadas.

La construcción del pique será ejecutada en dos tramos del nivel 3364 hasta el nivel 3340 en una sección de 1.9m x 5.3m (tres compartimientos) y del nivel 3340 hasta el nivel 3282 en una sección de 1.9m x 5.3m (tres compartimientos).

- Bolsillo de descarga.

El bolsillo será construido en una sección de 2.0m x 2.0m para una capacidad de 72 toneladas. El objetivo del bolsillo es solo de pase más no acumulación mayor de mineral.

El collar del bolsillo será de concreto estructural y a lo largo del bolsillo en la caja piso con una cama de rieles sobre concreto.

- Tolva.

Hacia la parte inferior del bolsillo en el nivel 3340 será construido dos muros de concreto estructural apegado hacia las cajas de la galería y sobre esta la instalación de vigas “H”, donde debe descansar la tolva metálica con compuerta y cadenas de regulación de mineral con cilindros electrohidráulicos (2).

h. Estación pique.

En el nivel 3340 se deberá construir la estación de pique, nivel por donde debe suministrarse los servicios para la mina subterránea.

La estación debe cumplir con el estándar de los niveles inferiores.

4.11.3. Construcción del Pique Vertical.

a. Traslado de las Coordenadas del Eje de Pique 420

Es crítico en un pique mantener la verticalidad, consecuentemente deberá trasladarse las coordenadas del eje del pique 420 del nivel 3240 al nivel 3364, realizando para ello una triangulación cerrada y monumentar BMs tanto en la bocamina del nivel 3360 como en nivel 3340.

b. Acceso a la Cámara de Poleas y Cámara Winche:

Operación (Sierra Antapite) deberá ampliar desde la bocamina la galería 3340 a una sección de 4.0m x 4.0m y a 78m de distancia de la bocamina iniciar la construcción de la rampa de acceso el pique nivel 3364 en una longitud 166m a una sección de 2.4m x 2.4m, la misma que

deberá llegar a la parte central entre las cámaras de winche y la cámara de poleas con la finalidad de ejecutar actividades simultaneas.

c. Construcción de Cámara Polea:

La cámara de poleas será construida en con una dimensión de 4.9m x 5.9m x 2.4m con sostenimiento para una instalación definitiva.

d. Construcción Cámara de Winche:

La cámara de poleas será construida en con una dimensión de 12.0m x 13.0m x 4.5m con sostenimiento adecuado para una instalación definitiva.

e. Construcción de la Fundación del Winche CIR 53” x 36”

Basado en los planos de construcción durante la excavación de la cámara se contempla la ejecución de la excavación para la nueva fundación. Es muy importante la toma de muestras de la roca de sitio para una evaluación geomecánica y el adecuado dimensionamiento de la nueva fundación del winche.

Culminado la construcción de la fundación del winche se deberá construir la loza de la sala winche de acuerdo con las especificaciones de la ingeniería. Ello debe incluir las bases las columnas del puente grúa.

Durante el tiempo que lleve alcanzar la máxima resistencia del concreto de la nueva fundación del winche, se deberá realizar todo el cableado, trasladar el puente grúa de cámara winche de pique 504, así como el transformador para su posterior instalación y energización.

f. Desmontaje de Winche CIR 53” x 36”:

Alcanzado la máxima resistencia del concreto en la fundación el personal de empresa especializada en base a planos y documentos existentes del winche CIR 53” x 36” y accesorios deberá elaborar un packing list para el desmontaje ordenado de partes y almacenado en cajas de madera debidamente enumerados, con el objeto de facilitar su posterior transporte y armado. Es muy importante tener en sitio pernos varios (pernos de anclaje y otros) así como las laines para nivelación previamente fabricados y/o adquiridos.

El transporte de cajas y componentes mayores del winche hasta la bocamina del 3240 será en plataformas sobre línea férrea y desde este punto a su nueva ubicación con camiones y luego desde la bocamina hasta su nueva ubicación con trineo tirada por scoop.

El cable existente en las tamboras de 53” será previamente enrollado en otro tambor para facilitar el desacople y transporte de las tamboras del winche CIR 53” x 36”.

Culminado el armado del winche se debe energizar y hacer las pruebas de componentes. Seguidamente se debe enrollar el cable nuevo en las tamboras (2) y esperar la culminación del pique para conectar el extremo del cable a los skips y realizar la prueba en vacío.

g. Construcción del Bolsillo de Descarga.

Previamente deberá construirse el acceso al pique por el nivel 3340, en una longitud de 120m a una sección de 4m x 4m para ingreso de camiones.

Desde este nivel de acuerdo con planos de ingeniería iniciar la construcción de una chimenea inclinada (65° , 2m x 2m y 16m). La comunicación a la chimenea de servicio (RC N° 3) deberá de ejecutarse siempre y cuando ya esté instalado el deflector en el nivel 3385.

Posterior a la comunicación al pique deberá hacer perforaciones y dejar mechas de perno fierro de 1" para el armado del anillo en concreto estructural de acuerdo con planos de ingeniería. Instalar una cama de rieles anclado sobre concreto ($F_c = 410$) para minimizar el desgaste del piso del bolsillo.

Al pie del bolsillo en el nivel 3340 deberá instalarse dos muros de concreto estructural apegado a los hastiales dejando una luz de 3m para el ingreso de camiones. Sobre estos muros cuando concreto alcance la resistencia adecuada se instalarán las vigas portantes donde finalmente debe descansar la estructura de la tolva metálica, el cual debe contar con compuerta y cadenas de regulación de carga controlada por pistones electrohidráulicos.

Al pie de la tolva deberá quedar instalado en una pequeña cámara de 2m x 2m x 2m para el módulo hidráulico.

4.11.4. Maderamen del Pique

Consideraciones para el diseño:

- Terreno de dureza media a dura.
- Sección rectangular de 10.80m cuadrados.

- Pique dividido en tres compartimientos; con puntales de línea de pino Oregón de 8" x 8" x 8', en un tramo de 120m facilitándose esta labor por el recorte de las paredes, con voladura controlada; y el otro tramo de 90m con cuadros de pino Oregón de 8" x 8" x 8'.
- Los compartimientos tienen de la misma sección o sea de 1.50 x 1.50 m. El primero está asignado para el izaje de mineral, el segundo para izaje de desmonte y personal, y, el tercer compartimiento para servicios, con plataforma de descanso cada 2.30 m el camino con escaleras de pino Oregón; con área suficiente para la instalación de tuberías de aire, agua, bombeo manga de ventilación, cables eléctricos, etc.

4.11.4.1. Madera Utilizada.

Dada la importancia que tiene el Pique, para los intereses de la Mina Antapite y por consiguiente el de la Compañía, se utilizó en un 98% madera de pino Oregón de las siguientes características:

- Cuartones de pino Oregón de 8" x 8" x 8' (9' para estaciones) para puntales de línea asegurados dentro de pastillas de 4" de profundidad; utilizándose madera del mismo tipo y de la misma sección para los cuadros, soleras y topes.
- Cuartones de pino Oregón de 6" x 4" x 18' para guías de los Skip y jaula.
- Escaleras de pino Oregón de las siguientes características:
Largueros (2) con listones de 4" x 2" x 10'
Peldaños (10) con listones de 3" x 2" x 1.5'

madera de eucalipto:

- Cuñas de 4" x 2" x 1'.
- Listones de 3" x 2" x 6'; para enrejar plataforma de descanso.
- Cuartón de 6" x 4" x 5'; para tirante de plataforma de descanso.

4.11.4.2. Cantidad de Madera Utilizada por Cuadro.

madera de pino Oregón:

***pies*²** (Plano 06 y 07)

08 cuartones de 8" x 8" x 8' para postes	= 341.33
10 cuartones de 8" x 8" x 6' para tirantes	=320.00
02 cuartones de 6" x 4" x 18' para guías	= 72.00
02 listones de 4" x 2" x 10' para escaleras	= 13.33
15% de pérdidas	= 113.12

TOTAL = 867.28 *pies*²

madera de eucalipto:

***pies*²**

08 Listones de 3" x 2" x 6' para plataforma	= 24.0
24 Cuñas de 4" x 2" x 1'	= 8.0
01 Cuartón de 6" x 4" x 6' para tirante de plataforma	= 12.0
15 % por perdidas	= 6.6

TOTAL = 50.6 *pies*²

Además en el armado de cuadros, se han utilizado pernos de suspensión de ½” de diámetro. También planchas metálicas en “L” para seguro de guías de 3/16” de espesor.

4.11.5. Ensanche y Cuadrados de las Estaciones de Pique.

El ensanche es la voladura necesaria para la ampliación de la cámara, con el fin de lograr las dimensiones establecidas en el diseño, para los desquinces controlados se utilizara perforadoras Jackleg.

El desquinche se realizará a una sección de 1.9m x 5.3m de un piloto de 1.20m x 1.50m

4.12. Justificación Económica

4.12.1. Reserva de Minerales UM Antapite.

La distribución de reservas estimadas se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 24

Distribución de reservas en mina Antapite

Mina Antapite	Mineral_t	Ley g_Au/t
Probado	245,940	4.76
Probable	480.510	4.35
Total	726,451	4.49

Fuente: Plan de Minado U.E.A. Antapite 2019 (Departamento de Geología)

Con la exploración se estima que hay recursos suficientes que deben pasar de la categoría de inferidos ha indicado y medidos.

4.12.2. Costos.

4.12.2.1. Capex.

Para poder calcular la inversión total de proyecto se requiere conocer:

- a. Ingeniería
- b. Excavación y sostenimiento
- c. Construcción de pique
- d. Equipamiento e infraestructura
- e. Preparación mina para el acceso al pique

En el cuadro se muestra la inversión en Ingeniería, excavación, construcción y equipamiento del pique.

Cuadro 25

PU de diferentes disciplinas para la ejecución del proyecto

Disciplina	P.U	Horas Hombre / Mes	Total (USD)
Gerente de Proyecto	65.22	34.0	\$2,217.48
Planeamiento y Control	45.65	35.0	\$1,597.75
Ing. De Minas Senior	45.00	195.0	\$8,775.00
Ing. De Minas	40.00	167.0	\$6,680.00
Ing. Geotecnista	40.00	80.0	\$3,200.00
Ing. Civil Senior	45.00	140.0	\$6,300.00
Ing. Electricista	40.00	126.0	\$5,040.00
Ing. Mecánico Senior	45.00	80.0	\$3,600.00

Servicio de Topografía	50.00	36.0	\$1,800.00
Consultores Externos	100.00	62.0	\$6,200.00
Cadista	20.00	410.0	\$8,200.00
Apoyo Administrativo	15.00	30.0	\$450.00

Fuente: Plan de Construcción del Proyecto de Prolongación del Pique U.E.A. Antapite
(Departamento de Planeamiento)

Cuadro 26

CAPEX del proyecto

Disciplina	Total (USD)
Ingeniería	54000
Excavaciones y Sostenimiento	239915
Construcción Pique	153548
Equipamiento e Infraestructura	154782
Costo Directo	602245
Contingencia 10%	60224.5
Gastos Generales 5%	30112.25
Total Costo Estimado	692581.75

Fuente: Plan de Construcción del Proyecto de Prolongación del Pique U.E.A. Antapite
(Departamento de Planeamiento)

Inversión en desarrollo y Preparación mina

Para la extracción del mineral y para el acceso de servicios pique previamente se requiere la construcción:

- Rampa de acceso a la cámara winche por nivel 3340: Construcción una rampa de 166 m en una sección de 2.4m x 2.4m para el acceso a la cámara de winche y cámara de poleas.
- Crucero de integración de cámaras nivel 3364: Construcción de una galería de 25 m excavada en una sección de 2.4m x 2.4m para el cable de izaje del tambor de winche a la polea.
- Crucero de acceso nivel 3340.: Construcción de una galería de 95 m en una sección de 4.0m x 4.0m para el ingreso de camiones desde superficie hacia el pique en el nivel 3340.

Cuadro 27

Inversión inicial en desarrollo y preparación mina.

Labores	Nivel	Sección	Cant.	Unidad	C.U. US\$/unid	Costo
Cruceros	3340	2.4m x 2.4m	25.00	m	227,27	5.681,75
Crucero	3340	4.0m x 4.0m	95.00	m	265,20	25.194.00
Rampa	3340	2.4m x 2.4m	166.00	m	227,27	37.726,82
Total						68,602.57

Fuente: Plan de Construcción del Proyecto de Prolongación del Pique U.E.A. Antapite
(Departamento de Planeamiento)

Por tanto, la inversión inicial en desarrollo y preparación mina es de US\$ 68 602.57

En resumen, la inversión inicial del proyecto se presenta a continuación:

Cuadro 28

Inversión inicial del proyecto de profundización

Inversión inicial proyecto de profundización	
Inversión sistema de extracción (6 meses)	Valor (US\$)
1. Equipamiento y construcción pique	692,581.00
2. Inversión en desarrollo y preparación mina	68,602.57
Total	761,183.57

Fuente: Plan de Construcción del Proyecto de Prolongación del Pique U.E.A. Antapite
(Departamento de Planeamiento)

Por lo tanto, se puede determinar de acuerdo a estos valores, que la inversión de Inversión en desarrollo y preparación mina representa el 10% de la inversión total para el proyecto de prolongación de Pique 420.

4.12.2.2. Costos de Operación (Opex)

Los costos de operación (Opex) se dividirán en los siguientes ítems:

- ✓ Costos mina

- ✓ Costos plata
- ✓ Costo transporte
- ✓ Gastos G&A

.. Costos mina

Los costos de mina están compuestos por los siguientes conceptos:

- ✓ Explotación
- ✓ Servicios mina
- ✓ Energía

El costo de preparación mina está considerada como inversión. Por tanto, los costos de explotación, servicios mina y energía suman 345.68US\$/TM.

En este caso, el costo de extracción está dentro de explotación, este costo comprende el izaje con winche y el acarreo con locomotora. Para fines de esta tesis, se calculó este costo al detalle.

Se muestra un cuadro resumen:

Cuadro 29

Costo de extracción y transporte

Tarea	US\$/TM
Izaje con winche CIR 53" x 36".	2,76
Transporte con locomotora y volquete	3.53
Total	6.29

Fuente: Elaboración Propia

Esto quiere decir, que el costo de extracción (6.28 US\$/TM) representa el 8.7 % del costo total de mina (45.68 US\$/TM).

.. Costo de Planta Concentradora

El mineral extraído es llevado hacia una planta concentradora, y el costo de tratamiento es 18.74 US\$/TM

.. Costo de Transporte

Es el costo de transporte el mineral mediante camiones de 20 Ton desde la bocamina hasta la planta concentradora. Este costo asciende a 2.32 US\$TM.

El resumen del costo operativo tenemos en el siguiente cuadro:

Cuadro 30

Costos de operación totales

Costo de operación (Opex)	
concepto	Costo (US\$/TM)
costo mina	45.68
Costo planta	18.74
Costo transporte	2.32
Costos fijos	3.24
TOTAL	69.98

Fuente: Elaboración Propia

Lo que significa que para explotar 180 000 TM a un costo de 69.98 US\$/TM, se requiere un total de 15 115 680.00 US\$/año.

4.13. Evaluación Económica.

4.13.1. Ingresos.

Cuadro 31

Ingreso anual de mina Antapite

Ingreso anual		Onz lingote de Au	Valor (US\$/Onz)	Valor anual (US\$)
ACTUAL	Venta de lingotes AU	12 570.228	1300.00	\$16,341,296.40
PROYECTO	Venta de lingotes AU	15 236.64	1300.00	19 807 632.00

Fuente: Elaboración Propia

4.13.2. Egresos.

Los egresos están compuestos por las inversiones y los costos de operación. En cuanto a las inversiones, estas se clasifican de la siguiente manera:

- Inversiones iniciales.- Se dan en la etapa de pre-producción del proyecto.
- Inversiones durante la vida del proyecto.- Son las que se realizan durante la etapa de producción de la mina.

4.13.2.1. Inversión Inicial.

Está conformado por la inversión en el sistema de extracción y por la inversión de preparación de mina para el diseño y construcción del izaje de mineral, lo que da un costo total de US\$ 761.183,57.

4.13.2.2. Costos de Operación.

Asimismo, se considera el costo de operación de 69.98 US\$/TM, el cual multiplicado por 216 000 toneladas de mineral anuales, nos da como resultado US\$ 15 115 680,00 anuales.

4.13.2.3. Consideraciones Económicas.

Precios

Para la valorización del mineral se consideró un precio de Au de 1300.00US\$/Onz

Impuestos

Se considera el pago anual de impuestos, con una tasa de 30% sobre la utilidad operativa.

4.14. Análisis del Sistema de Transporte Actual.

4.14.1. Transporte Actual de Mina – Planta

A. análisis de transporte con volquetes de 20 ton

Volquete 20 ton US\$ 90,000

Depreciando 4 años

Valor de salvamento 20%

(30,240 hr) 21 hr/día

$$\frac{72,000}{30,240} = 2.80 \text{ \$/hr}$$

0.6 viajes/hr = 12 TM

❖ Costo de operación = 25.00 \\$/hr (personal, combustible, mantenimiento, repuestos).

$$\text{COSTO/TM} = \frac{27.8}{12} = 2.32 \text{ \$/TM}$$

B. Análisis de transporte con locomotoras

❖ Locomotoras 1 TM (7 carros U35) \$ 45,000

Cargador de batería (2) \$ 20,000

Depreciación 3 años

Valor de salvamento 10%

(22,680 horas) 21horas/día

$$\frac{65,000}{22,680} = 2.86 \text{ \$/hr}$$

❖ Costo de operación:

Energía eléctrica	1,350 \\$/mes	1.82 \\$/hr
-------------------	---------------	-------------

Mantenimiento	174 \\$/mes	0.58 \\$/hr
---------------	-------------	-------------

Personal	800 \\$/mes	2.67 \\$/hr
----------	-------------	-------------

❖ Producción por día = 500 TM

$$\text{Costo/día} = 21 * 4(2.8+1.2+0.58+2.67) = 609 \text{ \$/día}$$

$$\text{Costo/TM} = \frac{609}{500} = 1.21 \text{ \$/TM}$$

$$\text{Costo total del transporte mixto} = 2.32 + 1.21 = 3.53 \text{ \$/TM}$$

4.14.2. Análisis de la Ampliación del Sistema de Transporte del Pique 420.

❖ Volquete 20 ton US\$ 90,000

Depreciando 4 años

Valor de salvamento 20%

(30,240 hr) 21 hr/día

$$\frac{72,000}{30,240} = 2.80 \text{ \$/hr}$$

0.8 viajes/hr = 16 TM

❖ Costo de operación = 25.00 \\$/hr (personal, combustible, mantenimiento, repuestos).

$$\text{COSTO/TM} = \frac{27.8}{16} = 1.74 \text{ \$/TM} \quad \text{Costo total del transporte} = 1.74 \text{ \$/TM}$$

CAPITULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tenemos los siguientes resultados con relación al aspecto económico, con relación a aspecto técnico constructivo y el análisis del sistema de transporte.

5.1. Con Relación al Aspecto Económico Tenemos:

5.1.1. Flujo de Caja Económico del Proyecto de Profundización

Para determinar los indicadores económicos, tales como el VAN, TIR, B/C Y Pay Back, se deberá considerar el flujo de caja económico del proyecto, considerando lo siguiente:

Tasa de descuento anual: 15.00% Impuesto a la renta: 30%.

Cuadro 32

Flujo de caja económico del proyecto de profundización

	AÑO 0	AÑO 01	AÑO 02	AÑO 03
CAPEX (US\$)	-\$761,183.57			
Ingresos				
Ingreso por ventas (US\$)		\$19,807,632.00	\$19,807,632.00	\$19,807,632.00
Egresos				
Costo (OPEX - US\$)		\$18,115,680.00	\$18,115,681.00	\$18,115,682.00
Utilidad Operativo (US\$)		\$3,565,373.76	\$3,565,373.76	\$3,565,373.76
Impuesto a la renta (US\$)		\$1,069,612.13	\$1,069,612.13	\$1,069,612.13
Flujo de caja (US\$)	-\$761,183.57	\$622,339.87	\$622,338.87	\$622,337.87

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Resultados Económicos (VAN, TIR, B/C, Pay back)

La evaluación económica a una tasa de descuento anual de 15%, da un resultado de valor actual neto (VAN) de US\$ 659 756, 39; tasa interna de retorno, TIR =32,82%; un beneficio/costo (B/C) de 1,02; periodo de recuperación de capital de 1,23 años, lo que demuestra que el presente proyecto de profundización es totalmente rentable.

Cuadro 33
Indicadores económicos

VAN (US\$)	659.756,39
TIR (%)	62,82%
B/C	1,02
Pay black (Años)	1,23

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Con relación a los Aspectos Técnicos Constructivos.

Para el proyecto se requiere materiales y equipos con los siguientes datos calculados en el capítulo

IV.

Cuadro 34
Características técnicas del winche de izaje que se requiere para el proyecto

DESCRIPCION	MEDIDA	UND
Diametro de Polea	5.905	pies
Peso de la Polea	1515.85	Lib

Capacidad del SKIP	0.9	TM
Rendimiento SKIP	33.34	TM/Hora
Peso del SKIP	0.7	TM
Diametro de cable	0.875	Pulg
Peso de cable	1.21	Lib/Pie
FSDE	7.58	
FS	7	
Peso de la Tambora	5838.1	Lib
RPS Tambora	1.02	
Diametro de Tambora	4.67	Pies
Fuerza de aceleracion	998.6	Lib
Fuerza de desaceeracion	1997.18	Lib
Momento de aceleracion	2328	Lib-Pie
Momento de desaceleracio	4653.43	Lib-Pie
Potencia de Motor	78	HP
Numero de fases	3	

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Análisis del Sistema de Transporte

De acuerdo a la comparación de costos tenemos los resultados

Cuadro 35
Comparativo de transporte Actual VS Proyecto

DESCRIPCION	ACTUAL (USD\$)	PROYECTO (USD\$)
Costo de transporte mina-planta	2.32	1.74
Izaje	2.76	3.36
Transporte Locomotara - mina	1.21	0
TOTAL	6.29	5.1
DIFERENCIA DE COSTOS		1.19

Fuente: Elaboración Propia

Según la optimización de transporte mediante el proyecto observamos los siguientes resultados:

Cuadro 36
Resultados de la optimización en transporte de mineral

DESCRIPCION	US\$
optimización/Ton	\$1.19
Optimización /Dia	\$714.00
Optimización/Mes	\$21,420.00
Optimización/Año	\$257,040.00

Fuente: Elaboración Propia

Mediante este cuadro tenemos como resultado de \$ 257 040.00 optimizado durante un año de operación por eliminación de locomotoras y disminución de longitud de transporte de mineral.

5.4. Análisis del Incremento de la Producción.

De igual forma gracias al incremento de la producción de 500 TMH a 600 TMH los resultados se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 37
Comparativo de venta anual entre Actual VS Proyecto

Ingreso anual		Onz lingote de Au	Valor (US\$/Onz)	Valor anual (US\$)
ACTUAL	Venta de lingotes AU	12 570.228	1300.00	\$16,341,296.40
PROYECTO	Venta de lingotes AU	15 236.64	1300.00	19 807 632.00
Diferencia de ventas				3 466 335.60

Fuente: Elaboración Propia

Por último, el monto total optimizado gracias al proyecto sería USD\$ 3 723 375.60.

CONCLUSIONES:

- El proyecto de prolongación del Pique 420 tiene un VAN de \$659,756.39, un TIR de 62.82, un C/B 1.02 donde la recuperación de la inversión es en 1.2 años con una utilidad de 18% y tasa de descuento de 15%.
- Por la ejecución de este proyecto la producción aumentará de 500 TMH a 600 TMH incrementando el ingreso por la venta en \$3,466,335.60 al año.
- La optimización en transporte de mineral con volquete de 20 ton asciende a \$ 257, 040.00 al año con respecto al transporte mixto (locomotora y volquete), debido a que la ejecución del proyecto prolongación del pique 420 disminuirá la distancia y tiempo de transporte de mina a planta reduciendo el costo de operación US\$/Ton.
- Los resultados de las características técnicas del winche para esta prolongación arrojan una necesidad de 77.9HP, para lo cual el winche CIR 53” x 36” actualmente en operación tiene una potencia de 100 Hp que supera al requerimiento para el proyecto.
- La excavación de la prolongación del pique 420 se encuentra en ejecución con un avance de 30%, cabe mencionar que la ejecución del mismo es de alto criticidad de riesgo considerándose a un supervisor plantado por guardia.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda la culminación del proyecto de ampliación del pique 420 desde el nivel 3240 a nivel 3340, ya que el VAN y TIR son positivos y la recuperación de la inversión inicial será en tan solo 1.23 años.
- Se sugiere la preparación de nuevas labores para llegar a la meta de producción diaria de 600TMH/día.
- Realizar el mantenimiento preventivo rutinario de las vías de transporte para aumentar el rendimiento y vida útil de los volquetes.
- Se recomienda el traslado del winche winche CIR 53” x 36” actualmente en operación ya que el requerimiento del proyecto es inferior a las características técnicas del winche actualmente en operación.
- Para la construcción de este tipo de trabajos, como la prolongación del pique, es preciso seleccionar personal idóneo y calificado que cuente con amplia experiencia, ya que el logro de los objetivos depende mucho del personal, debido a la exactitud y complejidad con que se desarrollan las operaciones.

BIBLIOGRAFIA

- A., C. (2000). *Geología del Area del Proyecto Antapite. Huaytara.*, Lima.
- Blalock, H. (2012). *Aproximacion del indice de desarrollo - Perú.* Lima.
- Caso Osorio, E. (2012). *ESTUDIO DE SUELOS Y CAPACIDAD DE USO.* Huancavelica.
- E, & L. (2005). *Analisis del comportamiento Estructural de Veta Antapite.*
- GEMIN , M., & SIERRA ANTAPITE. (2019). *Criterio de Diseño del Pique 420.* LIMA.
- Grimstad, & Barton. (2015). *Short on the Q-system.*
- Hoek, Brown, & Caranza, T. (2002). *El criterio de rotura.*
- INGEMET. (2014). *MEMORIA SOBRE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE HUANCAVELICA.* LIMA.
- Megia Huerta , J. (2019). *Evaluación Geológica del Yacimiento Minero Sierra. Cerro de Pasco.*
- Pulgar Vidal, J. (1987). *Geografía del Perú - Las Ocho Regiones.* Lima.
- RocLab. (2004). *Analisis de la resistencia de maciso rocoso mediante el criterio de rotura de Hoek-Broun.* España: Rocscience.
- SIERRA, A. (2019). *PLAN DE MINADO 2019 DE MINA ANTAPITE.* LIMA.
- Arias Calla, Lino(2013). *Tesis "Planeamiento y diseño del sistema de Extracción. Proyecto de profundización de la U.O.*
- Hernández Sampieri R. (2010) *"Metodología de la investigación" 4ta. Edición*
- *McGraw Hill Mexico*

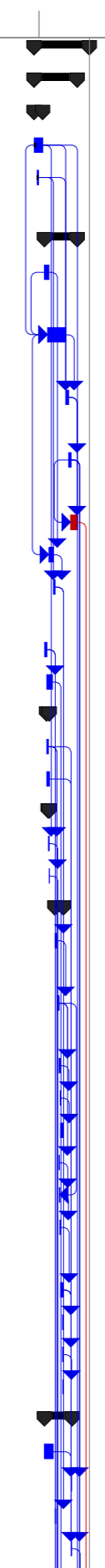
ANEXO

ANEXO

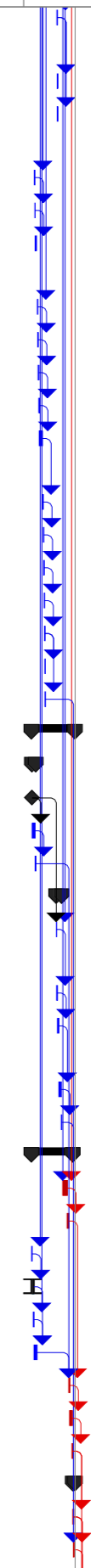
MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO

TITULO = “Estudio técnico-económico de la ampliación del sistema de izaje y transporte, pique 420 Unidad Minera Antapite - 2019.”						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADOR	METODOLOGÍA	TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN
<p>¿Son económicas las variaciones técnicas del sistema de izaje y transporte del Pique 420 de la Unidad Minera Antapite?</p> <p>Problemas Específicos :</p>	<p>Evaluar económicamente las variaciones técnicas del sistema de izaje y transporte del Pique 420 de la Unidad Minera Antapite.</p> <p>Objetivos Específicos :</p>	<p>Si es económicamente viable mejorar el sistema de izaje y transporte del Pique 420 de la Unidad Minera Antapite</p> <p>Hipotesis Específicos :</p>	<p>VARIABLE INDEPEDIENTE [VI] :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ampliación técnica del sistema de izaje v transporte. • Estudio técnico-económico del proyecto. • problemas geotécnicos <p>VARIABLE DEPEDIENTE [VD] :</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CAPEX y OPEX. • Vigencia de Operaciones • Retraso m/día 	<p>1) TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicada</p> <p>2) NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Correlacional y descriptivo.</p> <p>3) POBLACIÓN:</p> <p>El pique 420.</p>	<p>1) TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>a) Encuestas</p> <p>b) Recopilación de datos estadísticos.</p> <p>c) Observación directa en el campo de trabajo.</p> <p>2) INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p>
<p>¿Es factible la prolongación Ascendente del Pique 420 al Nv 3340?</p>	<p>Determinar la factibilidad de la prolongación del Pique Ascendente del Pique 420 a Superficie Nv 3340</p>	<p>Si es factible la ampliación del Pique 420 hacia el Nv 3340</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CAPEX Y OPEX 	<ul style="list-style-type: none"> • USD\$/Tn • Avance (m). 	<p>4) MUESTRA:</p> <p>Prolongación de 82 m del Pique 420</p>	<p>a) Cuestionarios a través de encuestas al personal.</p> <p>b) Fichas Bibliograficas.</p> <p>c) Registro de Casos.</p>
<p>¿Es factible la optimizar el uso de los equipos actuales para el sistema de izaje y transporte del proyecto?</p>	<p>Optimizar el uso de los equipos para el sistema de izaje y transporte incrementando la producción diaria.</p>	<p>Si se puede optimizar el uso de los equipos para el sistema de izaje y transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Van/ TIR 	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción (ton 		
<p>¿Cuánto es el CAPEX y OPEX de la prolongación del pique vertical 420?</p>	<p>Determinar el CAPEX y OPEX</p>	<p>El CAPEX y OPEX son positivos</p>				

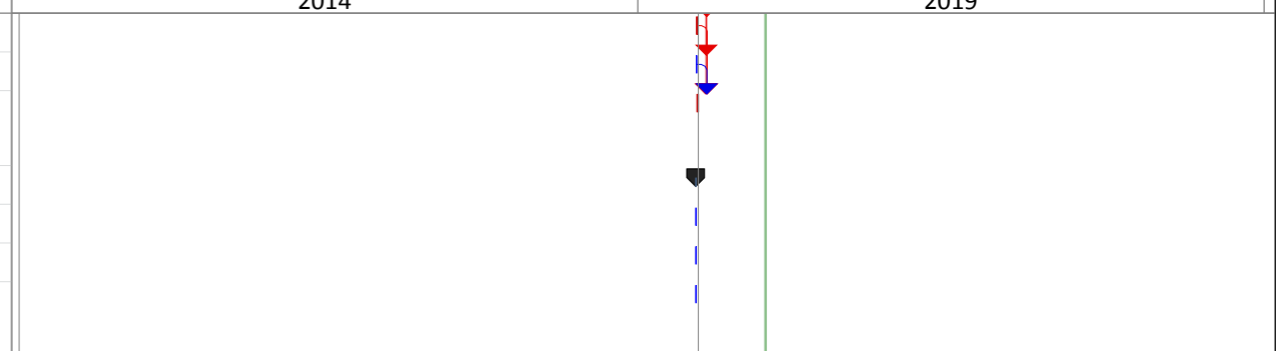
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% comp	Predecesoras	Sucesoras	2014		2019	
1	PROLONGACIÓN PIQUE 420	194 días	sáb 15/12/18	mié 26/06/19	12%						
2	PROLONGACIÓN PIQUE	152 días	sáb 15/12/18	mié 15/05/19	13%						
3	INGENIERIA	30 días	sáb 15/12/18	dom 13/01/19	27%						
4	Desarrollo de Ingeniería.	30 días	sáb 15/12/18	dom 13/01/19	20%			9,8CC+7 días,20,70			
5	Topografía (traslado coordenadas eje pique 3240 al 3364).	4 días	mié 26/12/18	sáb 29/12/18	80%			13,9			
6	EXCAVACIONES ACCESOS Y CAMARAS	115 días	lun 21/01/19	mié 15/05/19	10%						
7	Ampliación de acceso (3340, 125m, sección 4.0mx4.0m)	15 días	lun 21/01/19	lun 04/02/19	0%			8CC+10 días,12			
8	Rampa de acceso (3340 al 3364, 144m, sección 2.4mx2.4m).	64 días	jue 31/01/19	jue 04/04/19	0%	7CC+10 días,4CC+7		9,12CC+2 días			
9	Crucero de integración de cámaras (3364, 25m, sección 2.4mx2.4m).	10 días	vie 05/04/19	dom 14/04/19	0%	8,4,5		10,11			
10	Construcción cámara poleas (3364, 4.9mx7.8mx4.5m)	8 días	lun 15/04/19	lun 22/04/19	0%	9		37,39,64,11CC+2 días			
11	Construcción cámara winche (3364, 12mx13mx4)	24 días	lun 22/04/19	mié 15/05/19	0%	9,10CC+2 días		70			
12	Galería de acceso (3340, 78m, sección 4mx4m).	16 días	mar 05/02/19	mié 20/02/19	0%	7,8CC+2 días		13			
13	Crucero para carguío de camiones (3340, 15m, sección 4mx4m).	5 días	jue 21/02/19	lun 25/02/19	0%	12,5		38,23			
14	Habilitar acceso al pique 504 (3240).	7 días	lun 21/01/19	dom 27/01/19	10%			72,15			
15	Habilitar acceso al pique (3285).	20 días	lun 28/01/19	sáb 16/02/19	10%	14		46			
16	SERVICIOS	10 días	lun 28/01/19	mié 06/02/19	10%						
17	Tendido de cable energía.	6 días	lun 28/01/19	sáb 02/02/19	10%			39,74,20			
18	Instalación de tuberías de aire 4".	10 días	lun 28/01/19	mié 06/02/19	10%			39			
19	PLATAFORMA DE CONSTRUCCION PIQUE	4 días	dom 03/02/19	mié 06/02/19	10%						
20	Fabricación de plataforma tipo paragua.	3 días	dom 03/02/19	mar 05/02/19	10%	4,17		21			
21	Transporte de Plataforma (3364).	1 día	mié 06/02/19	mié 06/02/19	10%	20		43			
22	BOLSILLO	30 días	mar 26/02/19	mié 27/03/19	10%						
23	Excavación de chimenea inclinada (16m, sección 2mx2m).	8 días	mar 26/02/19	mar 05/03/19	0%	13		24			
24	Construcción de muro de concreto estructural al pie de tolva.	6 días	mié 06/03/19	lun 11/03/19	0%	23		25,28,29FF+3 días			
25	Encofrado y concreto cabeza de bolsillo.	5 días	mar 12/03/19	sáb 16/03/19	10%	24		26			
26	Instalación de tapón en cabeza de bolsillo.	1 día	dom 17/03/19	dom 17/03/19	10%	25		27			
27	Instalación de cama de rieles en caja piso de bolsillo.	10 días	lun 18/03/19	mié 27/03/19	10%	26					
28	Traslado de vigas "H".	1 día	mar 12/03/19	mar 12/03/19	10%	24		29			
29	Instalación de vigas sobre muro de concreto.	2 días	mié 13/03/19	jue 14/03/19	0%	28,24FF+3 días		30			
30	Instalación de estructura metálica en base de bolsillo.	3 días	vie 15/03/19	dom 17/03/19	0%	29		31			
31	Instalación de tolva.	6 días	lun 18/03/19	sáb 23/03/19	10%	30		33,32			
32	Cableado.	2 días	dom 24/03/19	lun 25/03/19	0%	31					
33	Instalación de módulo hidráulico.	2 días	dom 24/03/19	lun 25/03/19	0%	31		34			
34	Energización y prueba.	1 día	mar 26/03/19	mar 26/03/19	10%	33					
35	PIQUE	97 días	lun 21/01/19	sáb 27/04/19	10%						
36	Requerimiento de materiales y herramientas.	30 días	lun 21/01/19	mar 19/02/19	10%			37			
37	Transporte de madera pino.	2 días	mar 23/04/19	mié 24/04/19	10%	10,36					
38	Traslado e instalación de deflector (3340).	2 días	mar 26/02/19	mié 27/02/19	10%	13					
39	Ampliación de chimenea (CR N° 3, 6m).	2 días	mar 23/04/19	mié 24/04/19	10%	17,18,10		40			

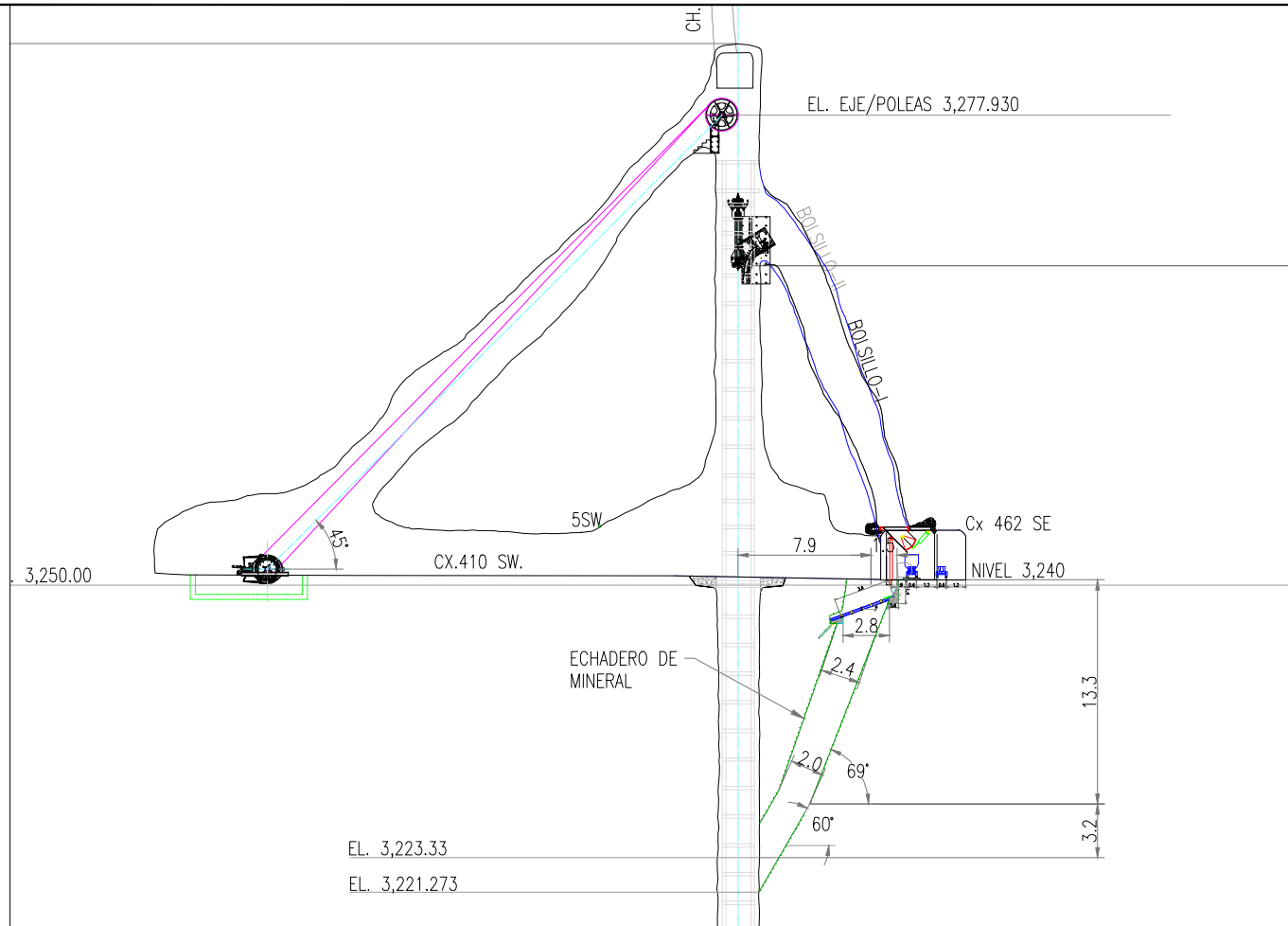


Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% comp	Predecesoras	Sucesoras	2014		2019	
40	Construcción de collar en concreto estructural (3364).	2 días	jue 25/04/19	vie 26/04/19	0%	39	41,42				
41	Instalación de Bearing Set (3364).	1 día	sáb 27/04/19	sáb 27/04/19	0%	40					
42	Instalación winche de construcción (3364, 3ton, 25HP).	1 día	sáb 27/04/19	sáb 27/04/19	0%	40					
43	Instalación de Plataforma (por el 3364).	1 día	jue 07/02/19	jue 07/02/19	0%	21	44				
44	Instalación de Set de madera (hasta 3359.8m, 4.1	1 día	vie 08/02/19	vie 08/02/19	0%	43	45				
45	Ampliación de chimenea e instalación de Sets madera (hasta 3240, 20m).	5 días	sáb 09/02/19	mié 13/02/19	0%	44					
46	Transporte e instalación deflector (3285).	2 días	dom 17/02/19	lun 18/02/19	0%	15	47				
47	Retiro de deflector (3340).	1 día	mar 19/02/19	mar 19/02/19	0%	46	48				
48	Ampliación de chimenea (CR N°3, 6m).	2 días	mié 20/02/19	jue 21/02/19	0%	47	49				
49	Instalar Bearing Set (3340)	1 día	vie 22/02/19	vie 22/02/19	0%	48	50				
50	Ampliación de chimenea e instalación de Sets madera (hasta 3285, 49m).	12 días	sáb 23/02/19	mié 06/03/19	0%	49	51				
51	Retiro de poleas pique 420.	2 días	jue 07/03/19	vie 08/03/19	0%	50	52				
52	Transporte e instalación deflector (3270).	2 días	sáb 09/03/19	dom 10/03/19	0%	51	53				
53	Retiro deflector (3285).	1 día	lun 11/03/19	lun 11/03/19	0%	52	54				
54	Ampliación de chimenea (CR N°3, 7m).	2 días	mar 12/03/19	mié 13/03/19	0%	53	55				
55	Instalar Bearing Set (3285).	1 día	jue 14/03/19	jue 14/03/19	0%	54	57,56				
56	Retiro de deflector (3270).	1 día	vie 15/03/19	vie 15/03/19	0%	55					
57	Instalar Sets de madera (hasta 3270).	2 días	vie 15/03/19	sáb 16/03/19	0%	55	81				
58	MONTAJE WINCHE INGERSOLL RAND	150 días	lun 28/01/19	mié 26/06/19	0%						
59	GENERALES	13 días	mié 30/01/19	lun 11/02/19	0%						
60	Firma de Contrato	0 días	mié 30/01/19	mié 30/01/19	0%		61,64				
61	Movilización e Instalación GEMIN CONSTRUCCIÓN	10 días	mié 30/01/19	vie 08/02/19	0%	60	62				
62	Fabricación de skid (trineo)	3 días	sáb 09/02/19	lun 11/02/19	0%	61	76				
63	MONTAJE SHEAVE DECK	19 días	mar 23/04/19	sáb 11/05/19	0%						
64	Instalar anclajes en techo de cámara de poleas (3364).	1 día	mar 23/04/19	mar 23/04/19	0%	60,10	65				
65	Instalación en techo de viga en "U".	3 días	mié 24/04/19	vie 26/04/19	0%	64	66				
66	Instalación y nivelación de vigas "H" sobre collar (3364).	5 días	sáb 27/04/19	mié 01/05/19	0%	65	67				
67	Instalación y nivelación de soporte para poleas.	8 días	jue 02/05/19	jue 09/05/19	0%	66	68				
68	Instalación de poleas.	2 días	vie 10/05/19	sáb 11/05/19	0%	67	81				
69	MONTAJE WINCHE INGERSOLL RAND (3364m)	142 días	lun 28/01/19	mar 18/06/19	0%						
70	Encofrado (GMC).	15 días	jue 16/05/19	jue 30/05/19	0%	11,4	71				
71	Concreto (GMC).	5 días	vie 31/05/19	mar 04/06/19	0%	70	76				
72	Desmontaje puente grúa (pique 504).	2 días	lun 28/01/19	mar 29/01/19	0%	14	73				
73	Traslado y montaje puente grúa (pique 504).	5 días	jue 31/01/19	lun 04/02/19	0%	72	75				
74	Instalaciones eléctricas.	3 días	dom 03/02/19	mar 05/02/19	0%	17	75				
75	Desmontaje winche Ingersoll Rand (pique 420)	10 días	mié 06/02/19	vie 15/02/19	0%	73,74	76				
76	Traslado de winches Ingersoll Rand.	3 días	mié 05/06/19	vie 07/06/19	0%	75,62,71	77				
77	Montaje winche Ingersoll Rand.	8 días	sáb 08/06/19	sáb 15/06/19	0%	76	78				
78	Pre commission de winche Ingersoll Rand.	3 días	dom 16/06/19	mar 18/06/19	0%	77	84,80				
79	COMMISSION DE WINCHE INGERSOLL RAND	8 días	mié 19/06/19	mié 26/06/19	0%						
80	Instalar cable a tambores de winche Ingersoll Rand	2 días	mié 19/06/19	jue 20/06/19	0%	78	81,83				
81	Instalar cable por polea y conectar con skips.	1 día	vie 21/06/19	vie 21/06/19	0%	80,68,57	82				

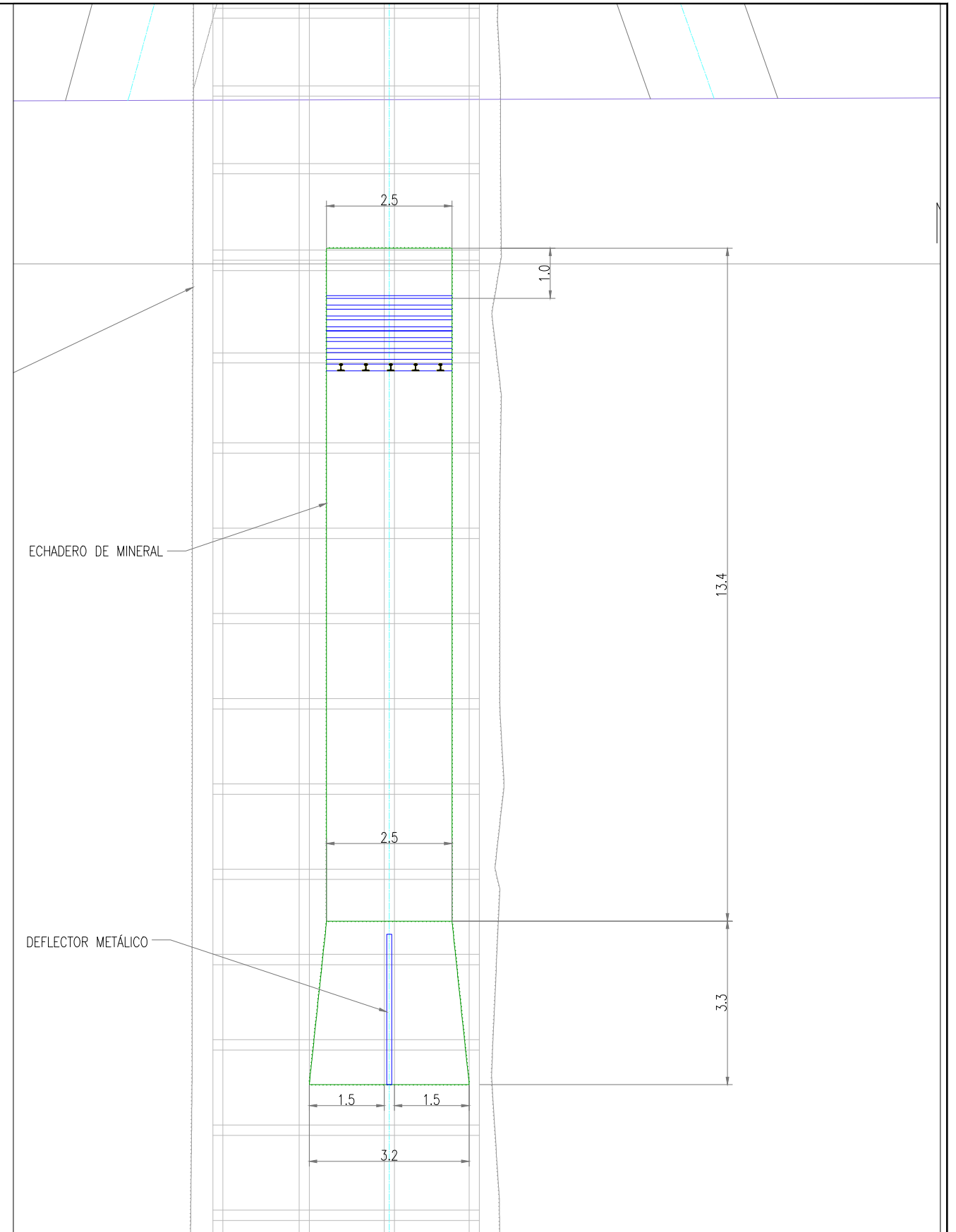


Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	% comp	Predecesoras	Sucesoras		
								2014	2019
82	Limit Switches.	1 día	sáb 22/06/19	sáb 22/06/19	0%	81	84		
83	Señalización de Seguridad complementaria.	1 día	vie 21/06/19	vie 21/06/19	0%	80	84		
84	Comisión en operación completa del Sistema Sinking Set-up.	4 días	dom 23/06/19	mié 26/06/19	0%	83,78,82			
85	Aprobación y puesta en marcha RETRAZOS				0%				
86	Diferencia a Revisión #1 días				0%				
87	Transporte de winche Ingersoll Rand (20 h/día				0%				
88	Winche Ingersoll Rand (3240mL a 3362mL) 2 días (5.0 km)				0%				

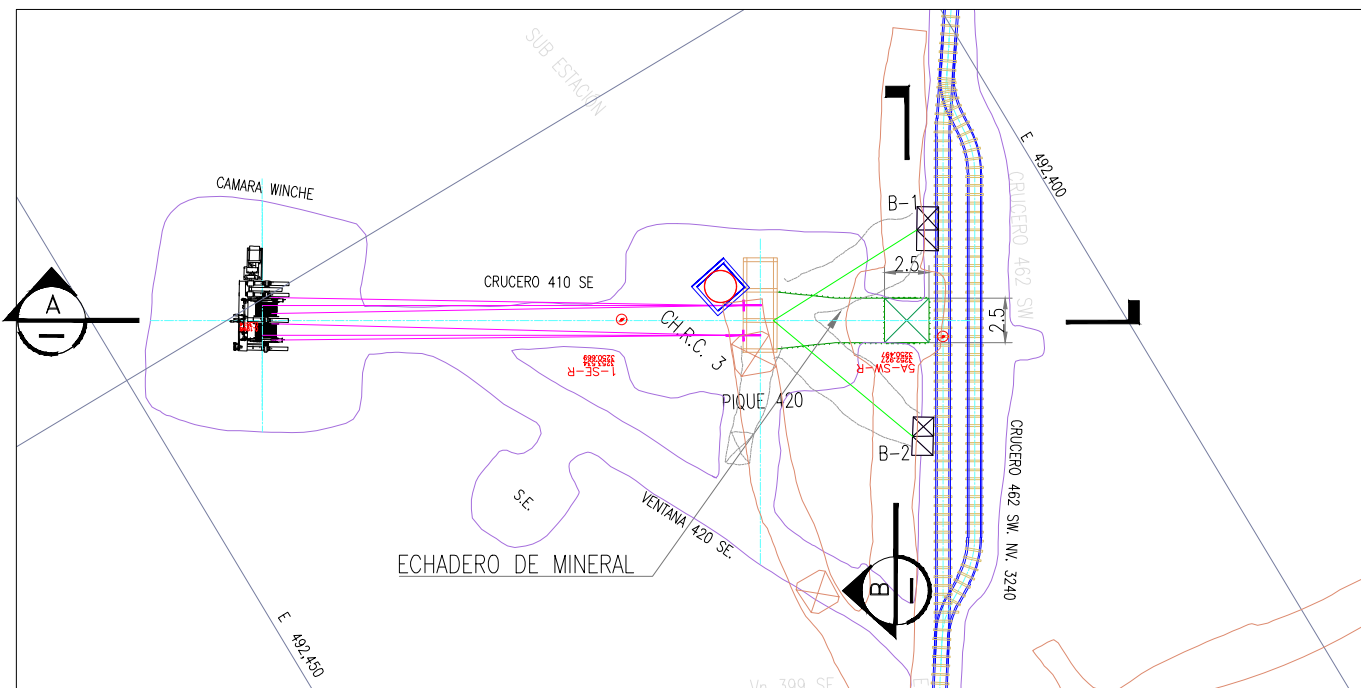




SECCION A
ESC: 1/20



SECCION B
ESC: 1/20



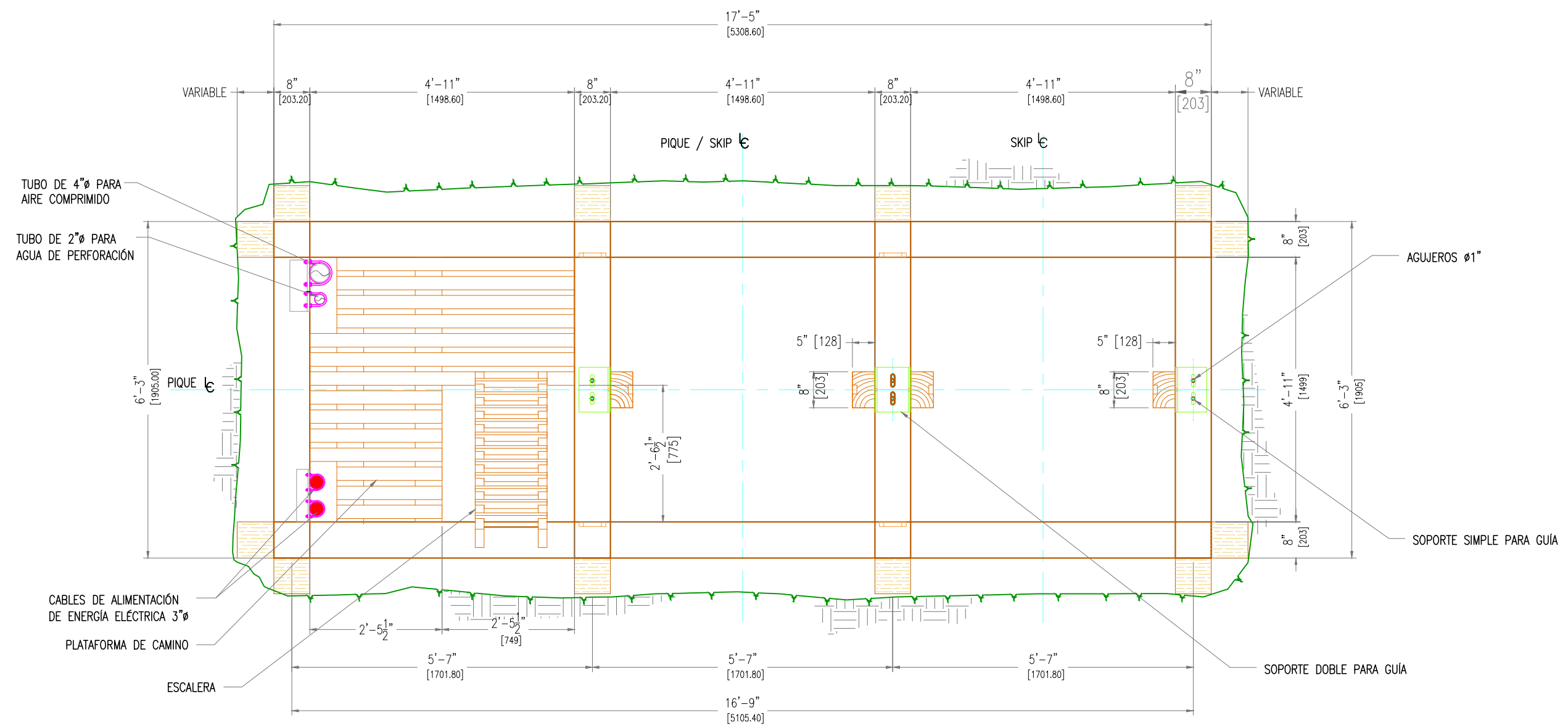
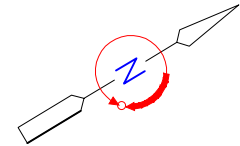
PLANTA - ECHADERO DE MINERAL NIVEL 3240
1/500

REV.	FECHA	DIBUJO POR	DISEÑO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	NO.	DWG. NO.	PLANOS DE REFERENCIA
B	12/04/19	S.P.	C.B.	C.V.				
A	30/03/19	S.P.	C.B.	C.V.				

INGENIERIA		
DIBUJADO :	S.P.	09/02/19
DISEÑADO :	G.S.	09/02/19
REVISADO :	C.V.	13/02/19
APROBADO :	C.B.	12/04/19

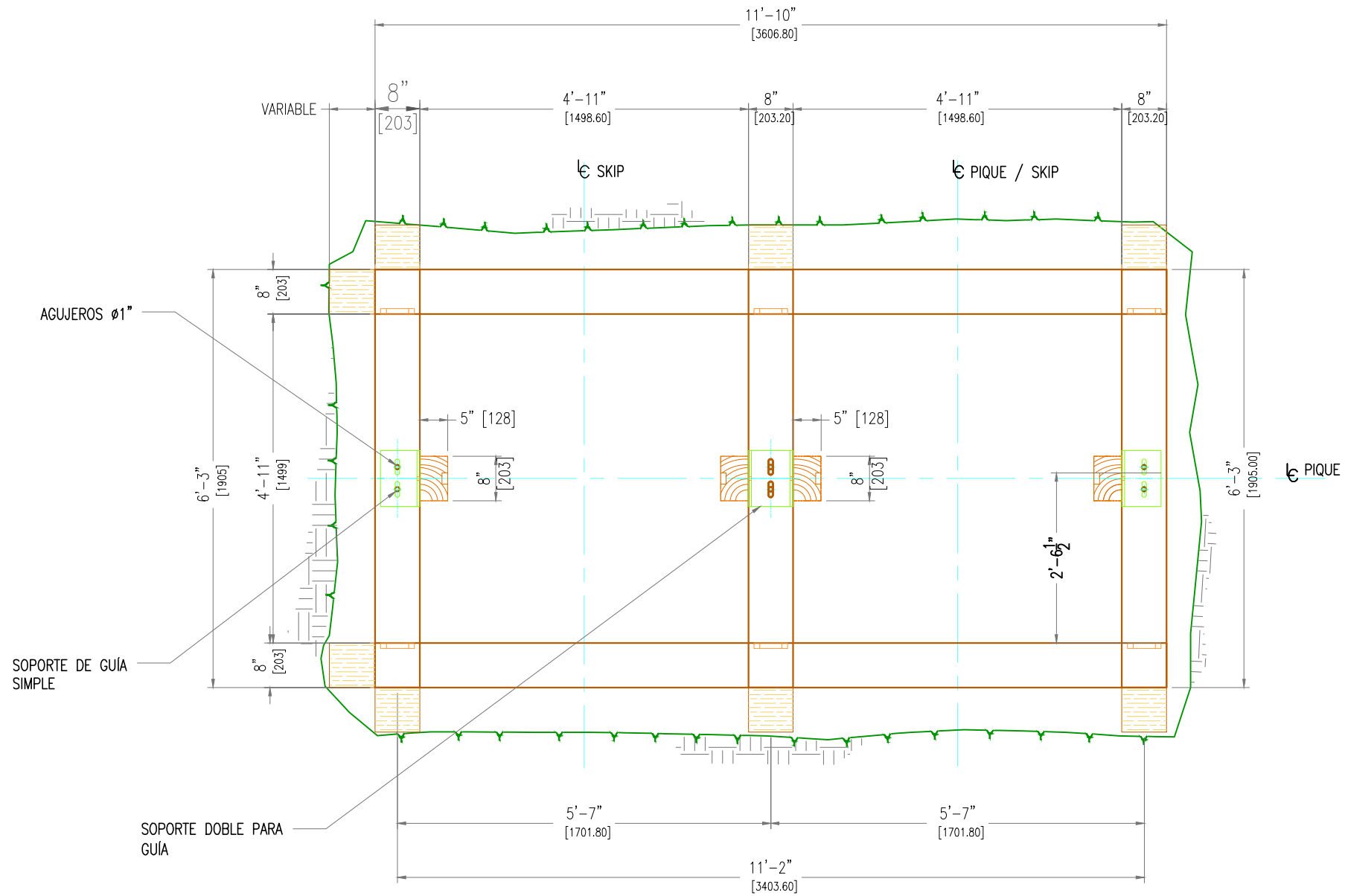
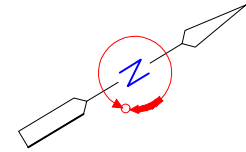


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	
CUENTA:	PROLONGACION DE PIQUE 420 A SUPERFICIE
AREA:	MINERIA
ARCHIVO DWG:	017-01-DW-GEMIN 150-K-106
ESCALA:	N.T.E.
PLANO No:	017-01-DW-GEMIN 150-K-106



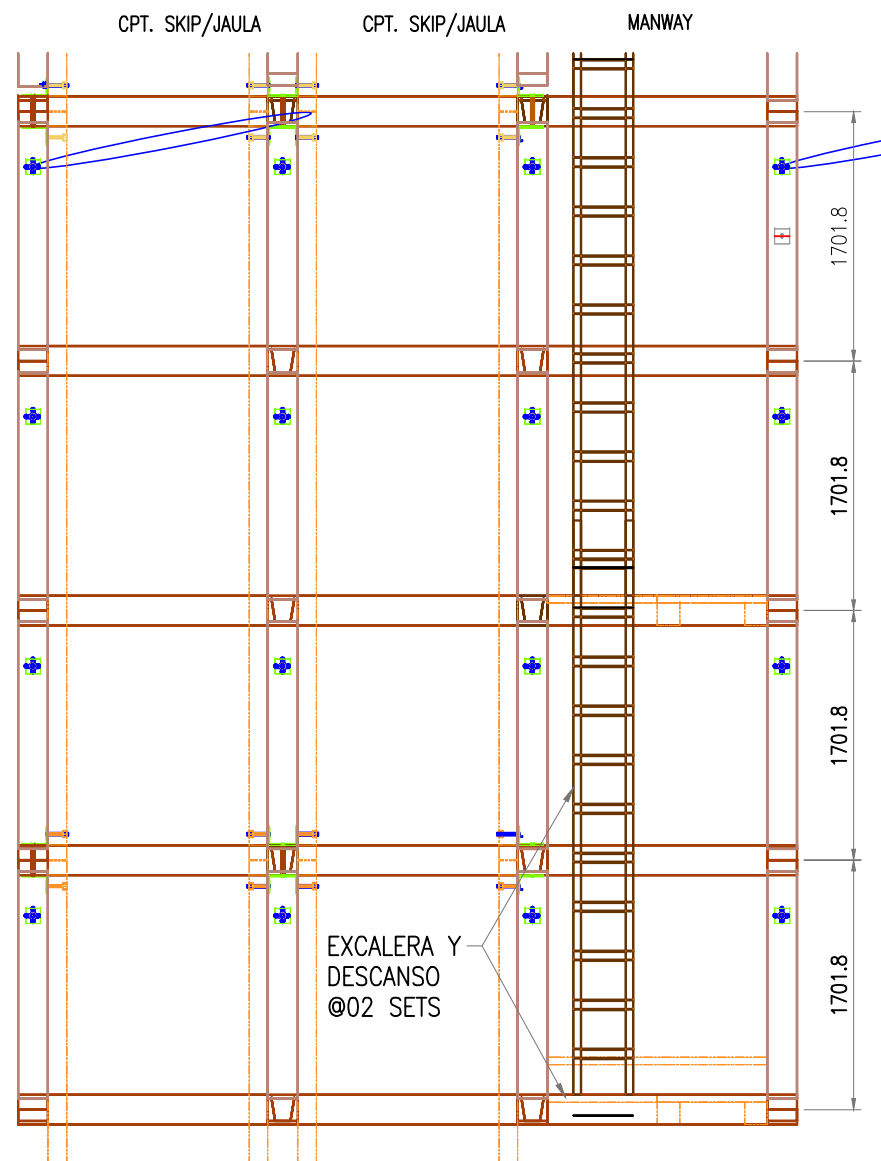
VISTA EN PLANTA SET TÍPICO, TRAMO 1 EL. 3273 A 3355

										INGENIERIA DIBUJADO : S.P. 25-04-19 DISEÑADO : C.B. 25-04-19 REVISADO : C.V. 25-04-19 APROBADO : C.B. 25-04-19			UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA CUESTA: INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PIQUE 420 AREA: 110-DES. HORIZONTAL ARCHIVO DWG: 017-02-DW-GEMIN 150-K-106 ESCALA: INDICADA		
A EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA										PLANOS DE REFERENCIA			PLANO No: 017-02-DW-GEMIN 150-K-107		
REV.	FECHA	DIBUJO POR	DISEÑO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	NO.	DWG. NO.	PLANOS DE REFERENCIA			ESCALA: INDICADA				

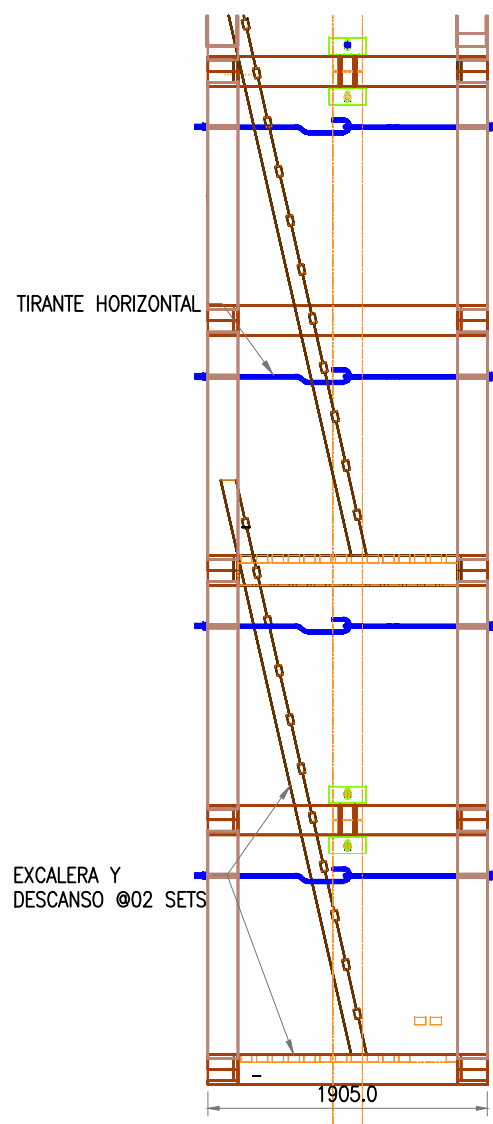


VISTA EN PLANTA SET TÍPICO TRAMO 2 EL. 3340 A 3360

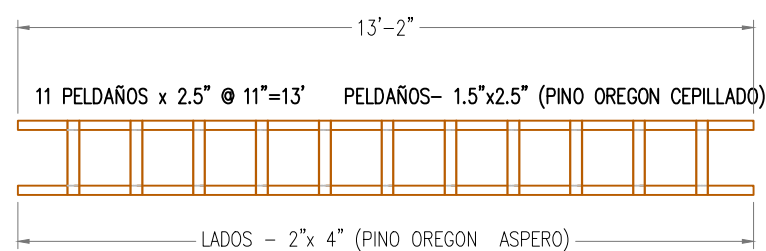
										INGENIERIA			UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA				
										DIBUJADO :	S.P.	25-04-19	CUENTA:		INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PIQUE 420		
										DISENADO :	C.B.	25-04-19	AREA:		110-DES. HORIZONTAL		
										REVISADO :	C.V.	25-04-19	ARCHIVO DWG:		017-02-DW-GEMIN 150-K-108		
										APROBADO :	C.B.	25-04-19	ESCALA:		INDICADA		
A EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA										25-04-19	S.P.	C.B.	C.V.	PLANO No:		017-02-DW-GEMIN 150-K-108	
REV.	REVISIONES	FECHA	DIBUJO POR	DISENO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	No.	DWG. NO.	PLANOS DE REFERENCIA	ESTE PLANO DE BOO DISEÑADO Y ELABORADO POR GEMIN S.A.S. Y SE PROHIBE REPRODUCIR, SE MODIFICAR, SE ADAPTAR O USAR DE SU CONTENIDO EN RELACION AL PROYECTO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO			PLANO		05		



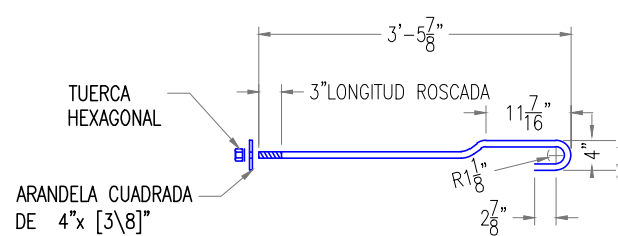
VISTA FRONTAL MADERAMEN DE PIQUE 420
1/40



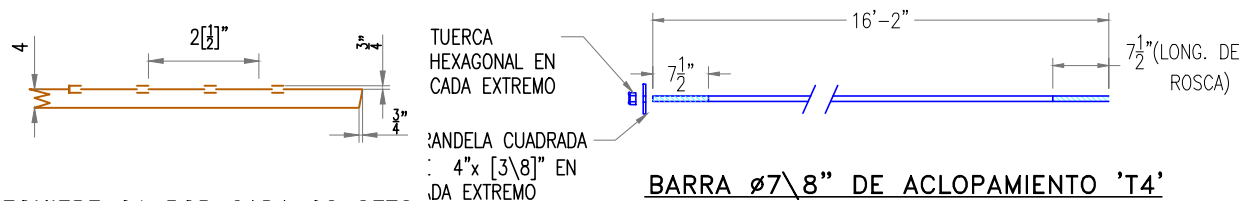
VISTA LATERAL MADERAMEN DE PIQUE 420
1/40



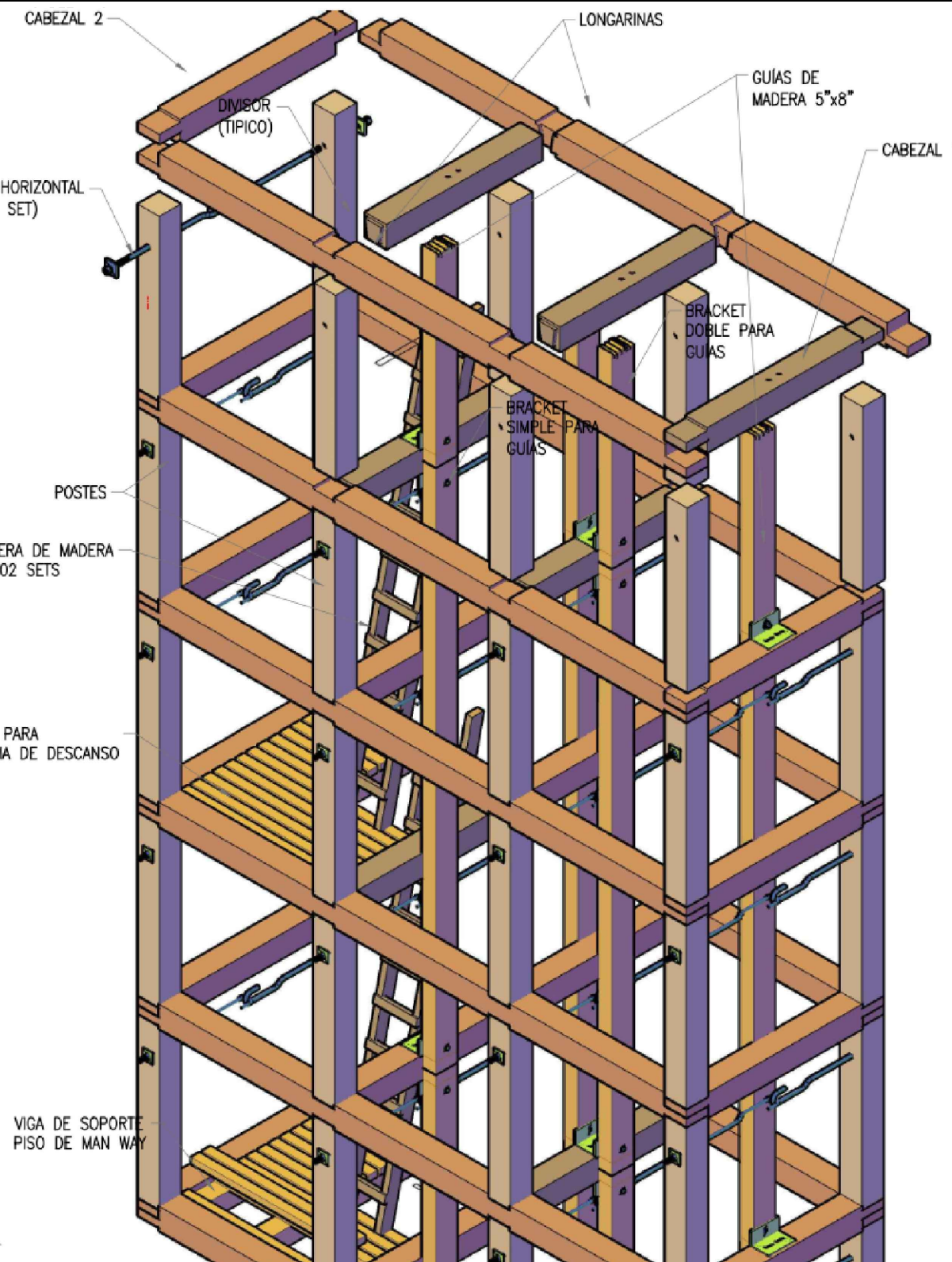
ESCALERA TÍPICA- SE REQUIERE 01 POR CADA 02 SETS
1/40



TIRANTE HORIZONTAL EN FORMA DE GANCHO (TÍPICO)
SE REQUIEREN 08 POR SET



BARRA Ø7 1/8" DE ACLOPAMIENTO 'T4'
SE REQUIEREN 08 POR SET



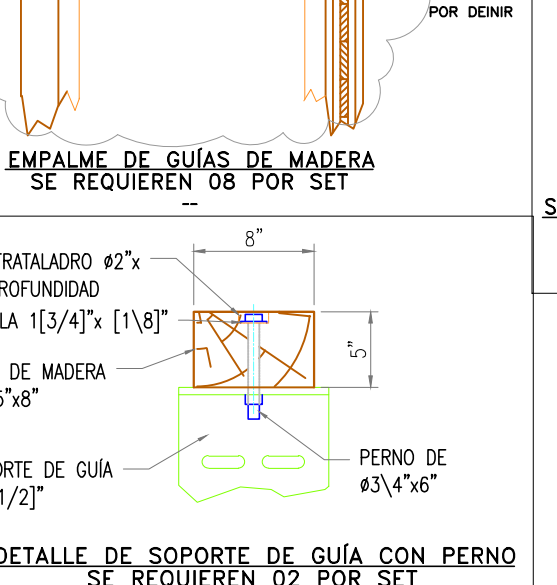
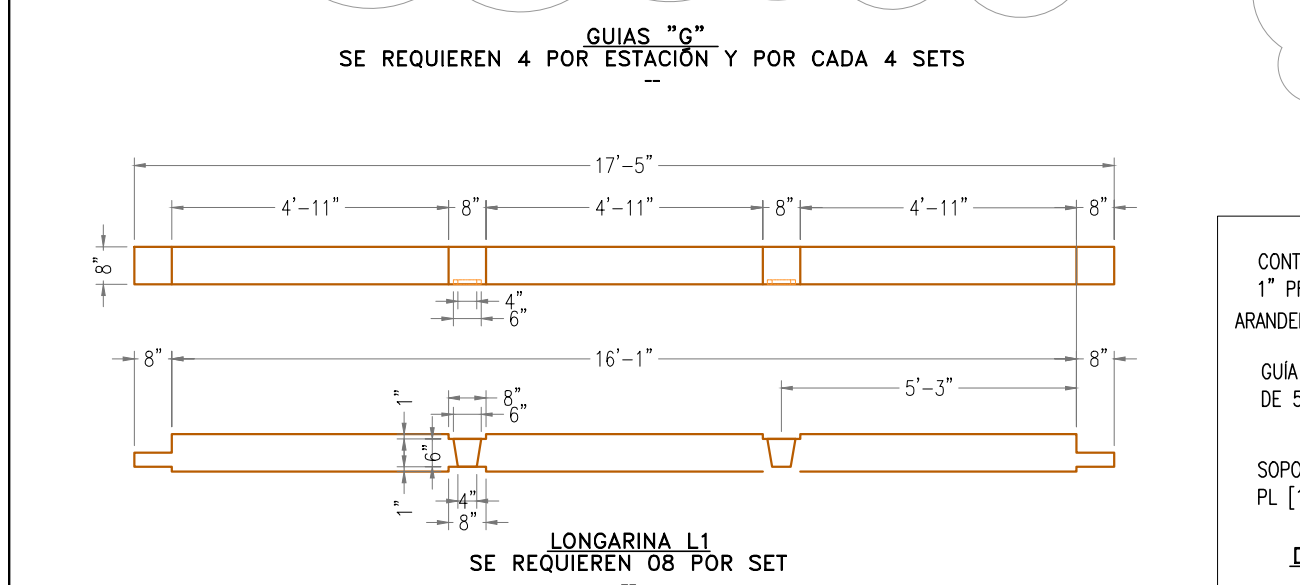
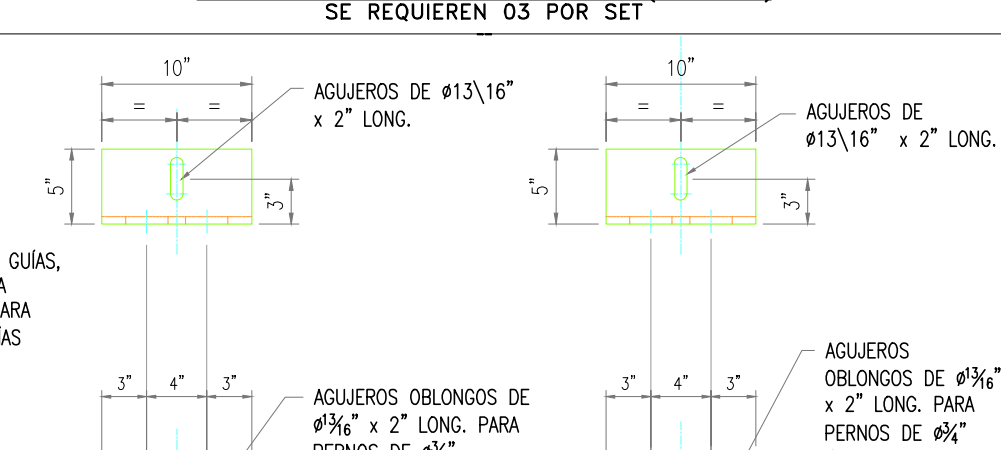
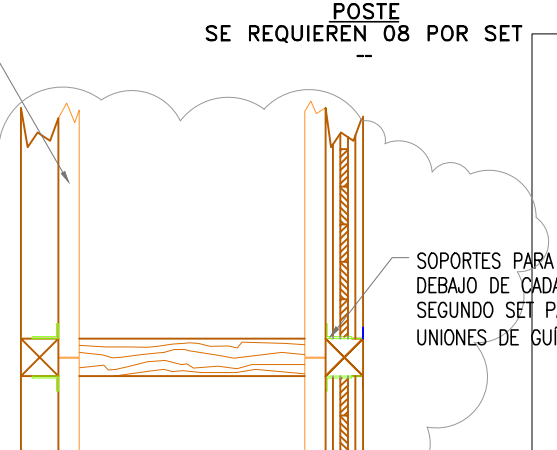
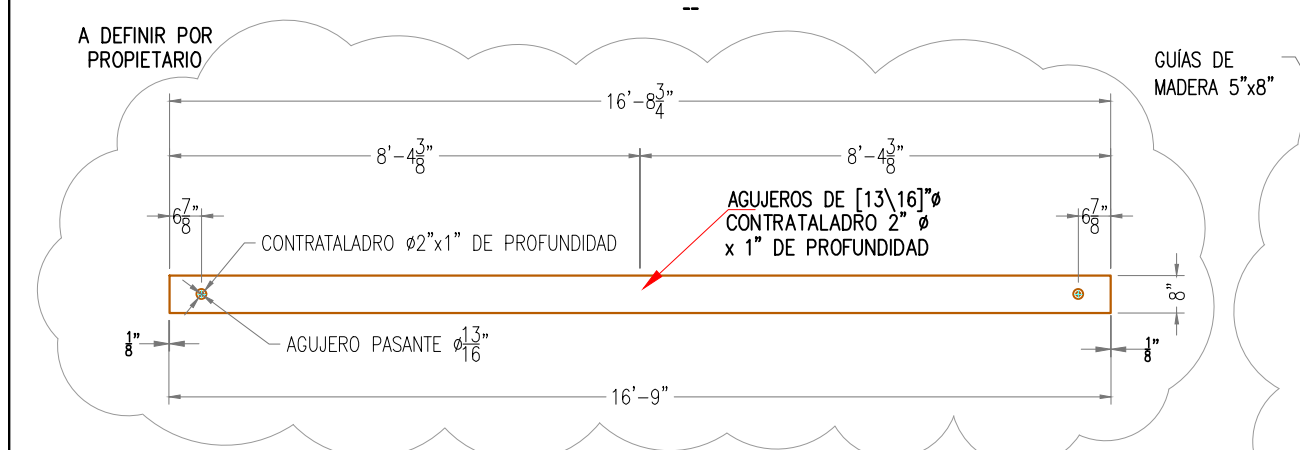
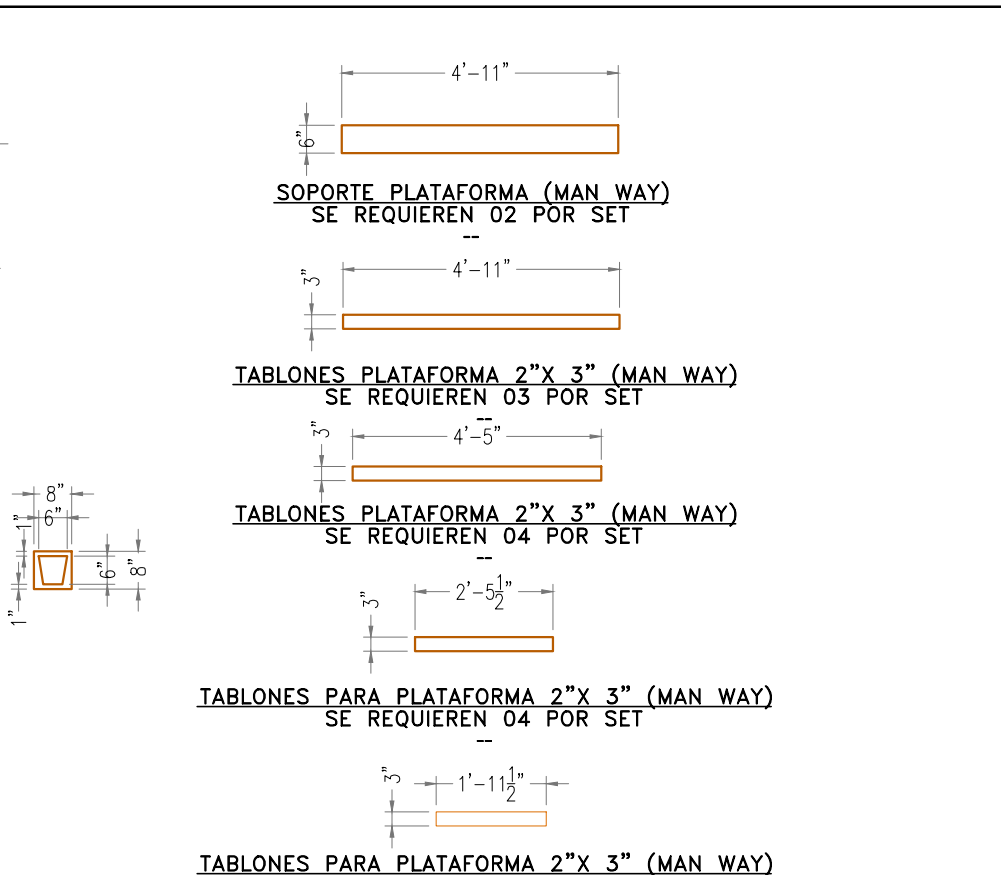
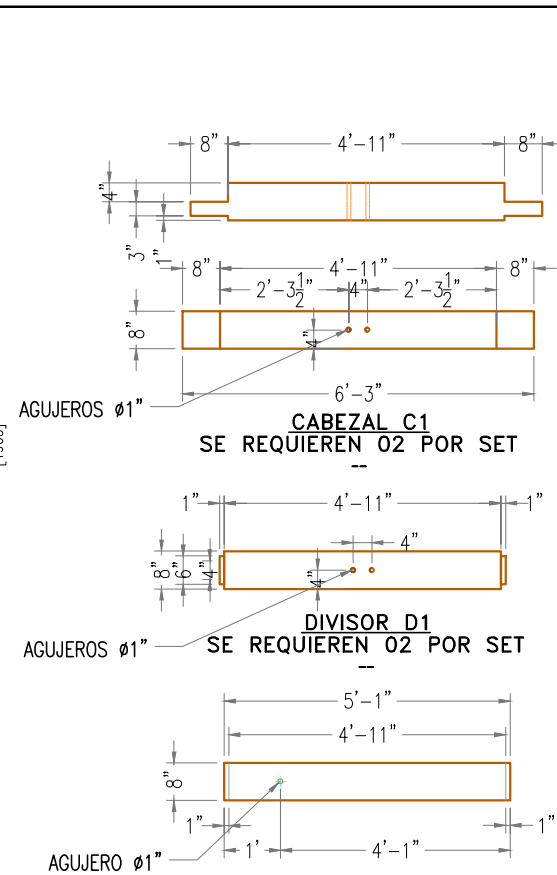
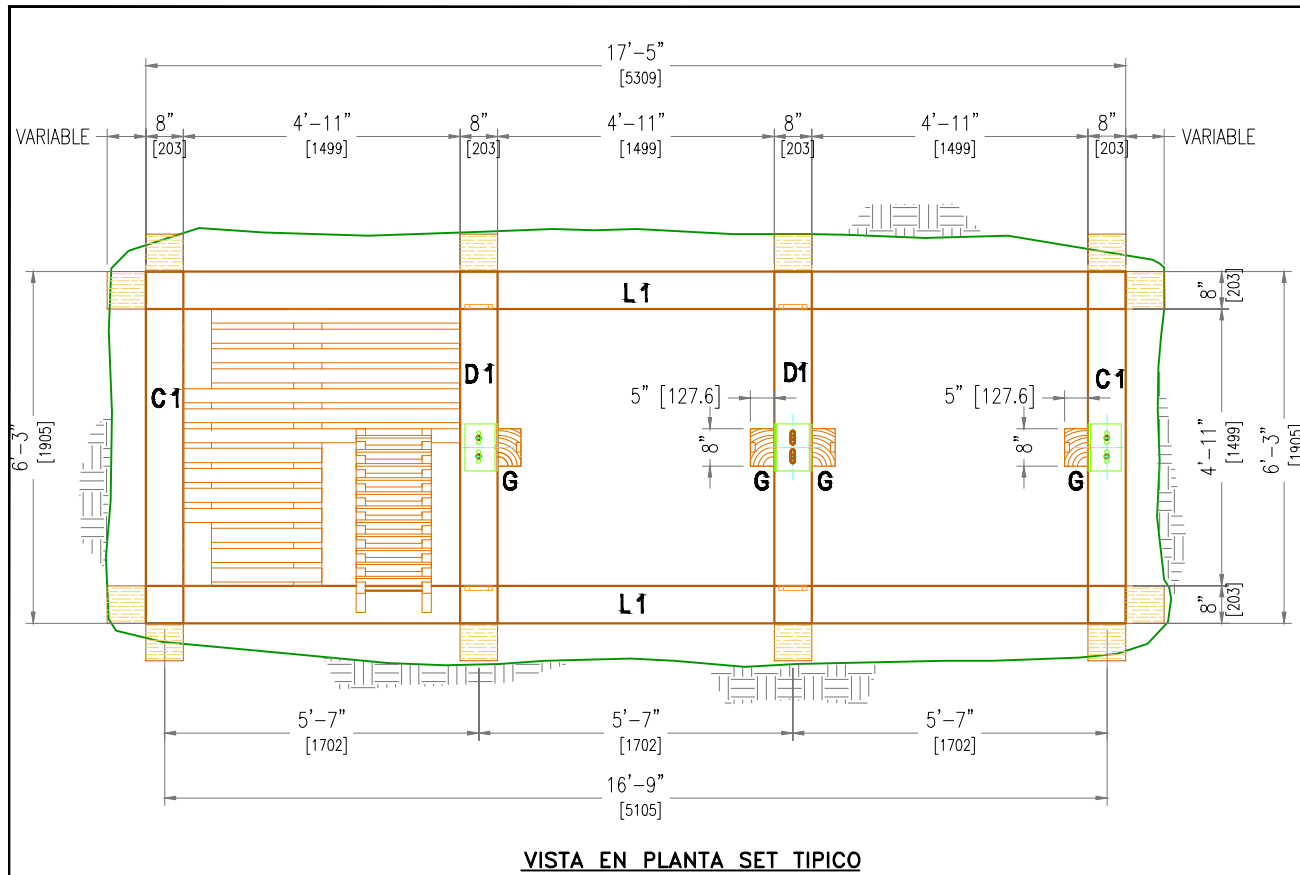
DETALLE ISOMETRICO DE ENSAMBLE DE ESTRUCTURAS DE MADERA Y ACCESORIOS
1/40

REVISIONES							INGENIERIA		PLANOS DE REFERENCIA	
REV.	FECHA	DIBUJO POR	DISENO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	NO.	DIRG. NO.	DISEÑADO :	APROBADO :	DESCRIPCION
B	12-04-19	S.P.	C.B.	C.V.				S.P.	18-03-19	ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR COM. S.A.C. Y SE PROPORCIONA ASISTENCIA EN MATERIA DE MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE MANWAY EN RELACION AL PROYECTO PARA EL CUAL FUE ELABORADO.
A	18-03-19	S.P.	C.B.	C.V.				DISEÑADO :	C.B.	18-03-19
								REVISADO :	C.V.	18-03-19
								APROBADO :	C.B.	12-04-19



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

CUENTA:	110-DES. HORIZONTAL	INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PIQUE 420 SET TÍPICO DIMENSIONAMIENTO DE MADERAMEN PLANTA, SECCIONES Y DETALLES
AREA:	INDICADA	
ARCHIVO DWG:	017-01-DW-GEMIN 110-S-102	PLANO No: 017-01-DW-GEMIN 110-S-102
ESCALA:	INDICADA	PLANO No: 017-01-DW-GEMIN 110-S-102

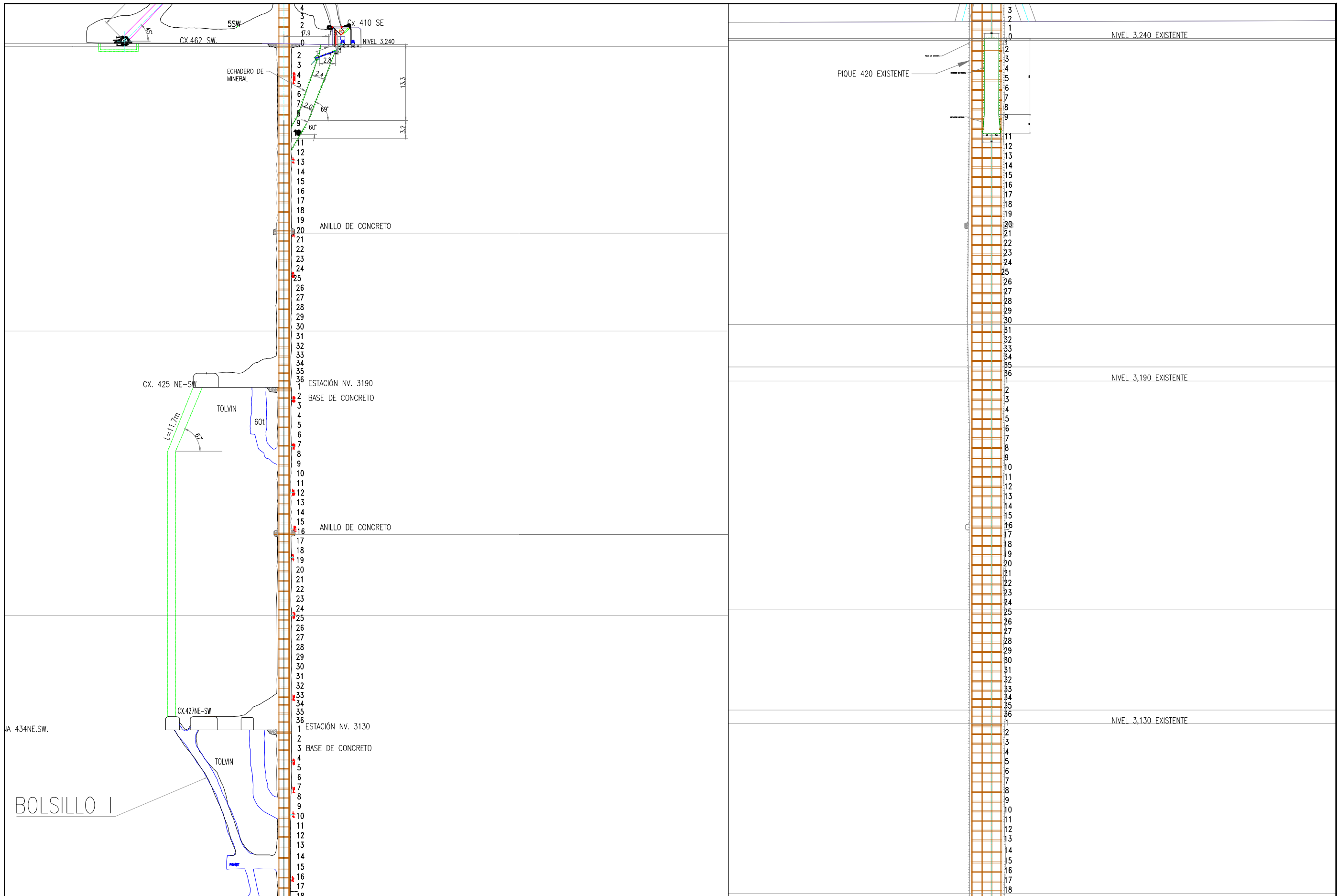


LEYENDA

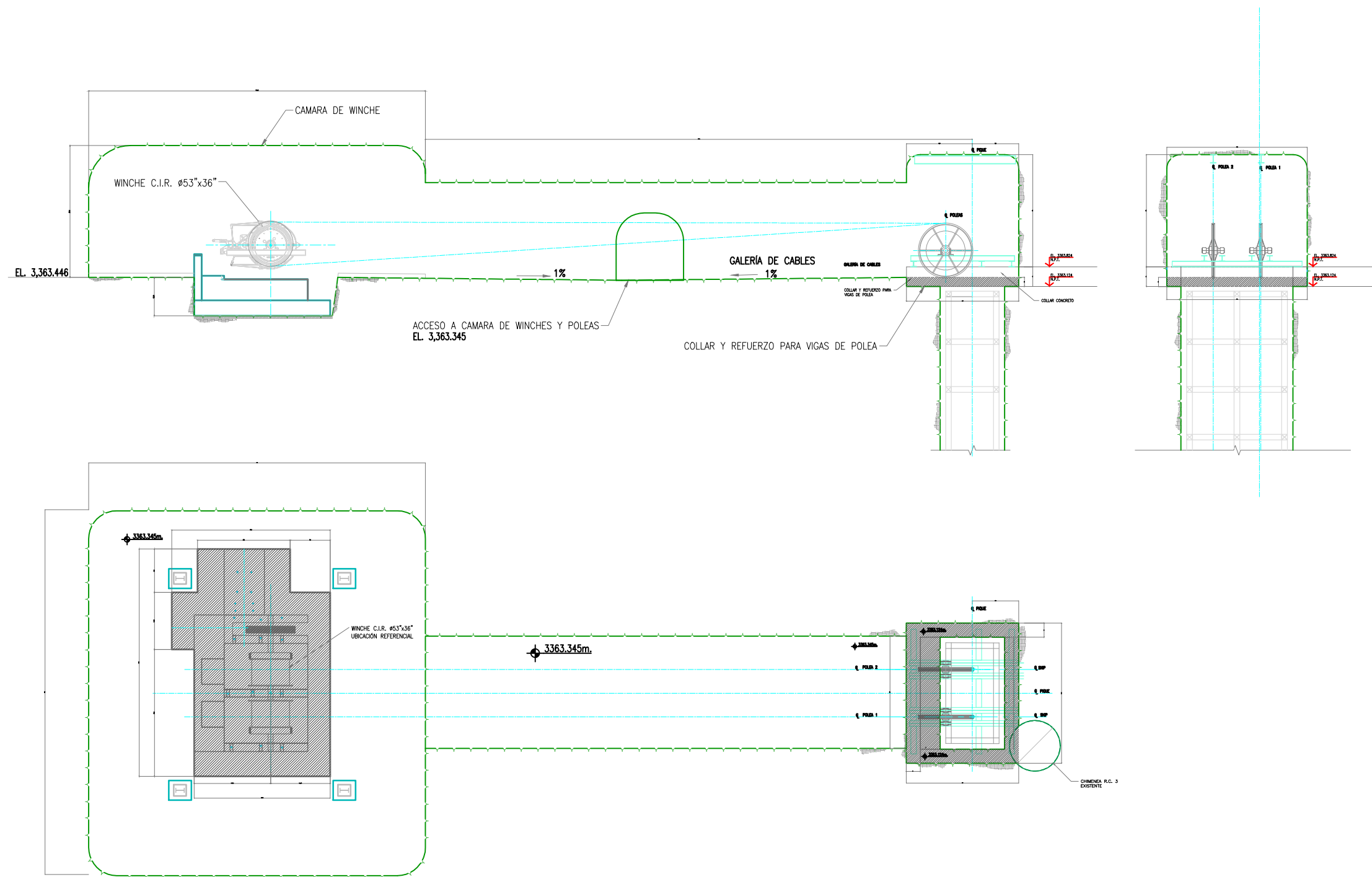
CUÑA MADERA

ESTAS CUÑAS SERAN DE MADERA EL TAMAÑO Y GROSOR DEPENDERA DE PERFIL EXCAVADO DEL PIQUE

REV.	FECHA	DEBLUO POR	DISERO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	NO.	DWG. NO.	PLANOS DE REFERENCIA	INGENIERIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
B	12-04-19	S.P.	C.B.	C.V.					DIBUJADO : S.P. 18-03-19 DISEÑADO : C.B. 18-03-19 REVISADO : C.V. 18-03-19 APROBADO : C.B. 12-04-19	CUENTA: AREA: 110-DES. HORIZONTAL ARCHIVO DWG: 017-01-DW-GEMIN 110-K-101 ESCALA: INDICADA
A	18-03-19	S.P.	C.B.	C.V.						INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PIQUE 420 SET TIPICO DIMENSIONAMIENTO DE MADERAMEN PLANTA, SECCIONES Y DETALLES
										PLANO No: 017-01-DW-GEMIN 110-S-103



REV.	FECHA	REVISIÓN	REVISADO POR	APROBADO POR	NO.	DWG. NO.	PLANO DE REFERENCIA	INGENIERIA	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
B	12-04-19	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	S.P.	C.B.	C.V.			DIBUJADO : S.P. 18-03-19 DISEÑADO : C.B. 18-03-19 REVISADO : C.V. 18-03-19 APROBADO : C.B. 12-04-19	CUENTA: 110-DES. HORIZONTAL
A	18-03-19	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	S.P.	C.B.	C.V.				INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PIQUE 420 SET TIPICO DIMENSIONAMIENTO DE MADERAMEN PLANTA, SECCIONES Y DETALLES
		REVISIONES	DIBUJO POR	DISEÑO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	NO.	DWG. NO.	PLANO No: 017-01-DW-GEMIN 110-S-103
									INDICADA



INGENIERIA									
DIBUJADO :	S.P.	18-03-19							
DISEÑADO :	C.B.	18-03-19							
REVISADO :	C.V.	18-03-19							
APROBADO :	C.B.	12-04-19							
REV.	FECHA	DISEÑO POR	DISEÑO POR	REVISADO POR	APROBADO POR	NO.	DWG. NO.	PLANOS DE REFERENCIA	
B	12-04-19	S.P.	C.B.	C.V.				ESTE PLANO HA SIDO DISEÑADO Y ELABORADO POR GEMIN S.A.C. Y SU PROPIEDAD INTELECTUAL LE PERTENECE. SE APOYAN EN LOS DATOS DE SU CONTEO EN RELACION AL PROYECTO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO.	
A	18-03-19	S.P.	C.B.	C.V.				UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA	
EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE		12-04-19		S.P.		C.B.		INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE PIQUE 420	
EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA		18-03-19		S.P.		C.B.		CAMARA DE POLEAS	
REVISIONES		FECHA		DISEÑO POR		REVISADO POR		PLANTA, SECCIONES Y DETALLES	
								ARCHIVO DWG: 017-01-DW-GEMIN 110-K-101	
								ESCALA: INDICADA	
								PLANO No: 017-01-DW-GEMIN 110-S-103	
								PLANO 09	