

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Control de la desviación de taladros largos en tajeos de
producción por sub level caving, en la Compañía Minera Volcan**

– UP. San Cristobal

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Maycol Barklin ALVAREZ RAMOS

Asesor:

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCOCO

Cerro de Pasco - Perú - 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Control de la desviación de taladros largos en tajeos de
producción por sub level caving, en la Compañía Minera**

Volcan – UP. San Cristobal

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS

PRESIDENTE

Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA

MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión
Facultad de Ingeniería de Minas
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N°082-JUIFIM-2023

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bachiller: Maycol Barklin, ALVAREZ RAMOS;

Escuela de Formación Profesional Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

"Control de la desviación de taladros largos en tajeos de producción por sub level caving, en la Compañía Minera Volcan – UP. San Cristobal",

Asesor:

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCÓ

Índice de Similitud: 24% Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 17 de julio del 2023


.....
Dr. Agustín Arturo AGUIRRE ADAUTO
JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

C.c.
Archivo

DEDICATORIA

A mis padres que me apoyan día a día a seguir adelante tanto en mi vida profesional como personal que gracias a sus valores inculcados y consejos brindados he logrado cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A dios por brindarme salud, fortaleza y guiarme en cada paso que doy.

A los docentes de la facultad de ingeniería de minas por contribuir en mi formación profesional, compartiéndome sus conocimientos y experiencias para poderme desarrollar profesionalmente.

A mis padres por su apoyo que me brindan.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que tiene como título: “CONTROL DE LA DESVIACION DE TALADROS LARGOS EN TAJEOS DE PRODUCCION POR SUB LEVEL CAVING, EN LA COMPAÑÍA MINERA VOLCAN – UP. SAN CRISTOBAL” Se ha establecido como objetivo principal. Determinar si los resultados que se obtienen al controlar y evaluar la desviación de taladros largos son los óptimos en los tajeos de producción en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal.

La hipótesis principal fue: los resultados que se obtienen al controlar y evaluar la desviación de taladros largos deben ser los óptimos en los tajeos de producción en la “Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal”.

Respecto a la metodología, la investigación realizada es aplicada, y el diseño es de tipo descriptivo y correlacional, cualitativo, no experimental y La muestra se tomó por conveniencia siendo seleccionados los siguientes tajeos: Tj SP6 2E, Tj 79 E5, Tj 67 – 5/4, Tj 313, Tj 80-1 1/0, Tj 80-2 2/1.

Finalizando la investigación, con las conclusiones y recomendaciones respectivas destacando lo siguiente: Se realizó la medición de 25 taladros perforados con los equipos Simba en los tajos de taladros largos. En cual la desviación promedio es de 9.67%, esta desviación está por encima de lo permisible (<5%), La mayor desviación se da en sección, esto quiere decir que los equipos simbas incumplen el ángulo dado en el plano de perforación, La mayor desviación fue en el tajo 80 -1E, el equipo que perforo fue el Simba 312.

Palabras claves: Desviación de taladros, taladros largos, Equipo Devishot, tajeos.

ABSTRACT

The present research work that has as its title: "CONTROL OF THE DEVIATION OF LONG DRILLS IN PRODUCTION CUTTINGS BY SUB LEVEL CAVING, IN THE VOLCAN MINING COMPANY - UP. SAN CRISTOBAL" has been established as the main objective. To determine if the results obtained when controlling and evaluating the deviation of long drills are the optimal ones in the production pits in the Volcan Mining Company - UP San Cristóbal.

The main hypothesis was: the results obtained by controlling and evaluating the deviation of long drills should be optimal in the production stopes at the " Volcan Mining Company - UP San Cristóbal".

Regarding the methodology, the research carried out is applied, and the design is descriptive and correlational, qualitative, non-experimental and The sample was taken for convenience, the following cuts being selected: Tj SP6 2E, Tj 79 E5, Tj 67 – 5 /4, Tj 313, Tj 80-1 1/0, Tj 80-2 2/1.

Completing the investigation, with the respective conclusions and recommendations, highlighting the following: Measurement of 25 holes drilled with Simba equipment in the long hole pits was carried out. In which the average deviation is 9.67%, this deviation is above what is permissible (<5%), The greatest deviation occurs in section, this means that the simbas equipment does not comply with the angle given in the drilling plane, The The largest deviation was in pit 80 -1E, the equipment that drilled was the Simba 312.

Keywords: Deviation of drills, long drills, Devishot Equipment, stopes.

INTRODUCCION

Al realizar un seguimiento y control de la perforación en la Compañía minera Volcán – Unidad de producción San Cristóbal, se ha encontrado con problemas de desviación de los taladros el cual genera muchos inconvenientes en este proceso. Vemos que la perforación de taladros largos en este sistema de explotación es la actividad más importante y su control es primordial sin embargo se producen desviación de taladros lo cual es un factor negativo

Vemos también que cuando se tiene una perforación óptima, la desviación de los taladros están por debajo del límite técnico aceptable (2%), y el resultado de la voladura también es óptima, reduciendo el daño a la caja techo y piso, producto de las vibraciones generadas por los explosivos. Disminuyendo así la dilución que se genera por la sobre rotura en los tajos de taladros largos SLS.

En lo referido a la estructura del trabajo, se realizará por capítulos de la siguiente manera: En el capítulo I se refleja el planteamiento del estudio que abarca el planteamiento del problema, Problema General y específicos, Objetivo general y específicos, justificación e importancia, Delimitación de la investigación y limitaciones. A su vez, el Capítulo II, en el Marco Teórico encontrara lo antecedentes nacionales e internacionales de diferentes empresas mineras que realizan la explotación mediante taladros largos y ver los inconvenientes que han tenido. También se detallan los diferentes términos básicos que se utilizan en la perforación de taladros largos, el Capítulo III, trata sobre la Metodología, que contiene el método de investigación utilizado, el nivel y tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población y muestra, las Técnicas e instrumentos de recolección de datos y el procesamiento de Datos. En el Capítulo IV encontraremos los Resultados obtenidos de las evaluaciones realizadas en los tajeos donde se realizan las perforaciones con taladros largos. Aquí hallaremos los diferentes gráficos de las desviaciones de cada taladro medido. Por último, se indican las conclusiones y recomendaciones. También se encontrarán las referencias bibliográficas de todos los autores utilizados para esta investigación.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	

CAPITULO

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación el problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema General.....	2
1.3.2. Problema Específicos.....	2
1.4. Formulación de Objetivos	2
1.4.1. Objetivo General.....	2
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Justificación del Problema	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	3

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema	4
2.2. Bases teóricas - científicas	7
2.2.1. Método de explotación Sublevel Stopping.....	7

2.2.2. Desviación de taladros	16
2.2.3. Equipo de medición de la desviación de taladros largos.....	21
2.3. Definición de términos básicos	24
2.4. Formulación de la hipótesis	26
2.4.1. Hipótesis General.....	26
2.4.2. Hipótesis específicas.....	26
2.5. Identificación de variables.....	26
2.5.1. Variables para la hipótesis general.....	26
2.5.2. Variables para la hipótesis específicas.....	26
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.....	27

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	28
3.2. Nivel de investigación	28
3.3. Métodos de investigación	28
3.4. Diseño de investigación	29
3.5. Población y muestra	29
3.5.1. Población.....	29
3.5.2. Muestra	29
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.6.1. Técnicas.....	29
3.6.2. Instrumentos.....	30
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	30
3.8. Tratamiento estadístico.....	31
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica.....	31

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Ubicación del lugar de la investigación	32
--	----

4.1.1. Ubicación de la Unidad Minera San Cristóbal.....	32
4.1.2. Accesibilidad	33
4.1.3. Método de explotación en la mina San Cristóbal	34
4.1.4. Método de explotación Corte y Relleno Ascendente (OVER CUT AND FILL)	35
4.1.5. Método de explotación Tajeo por Sub niveles (Sublevel Stopping) con Taladros Largos.....	35
4.1.6. Secuencia de explotación del método de Sublevel Stopping con taladros largos.....	38
4.1.7. Equipo de perforación Simba 321.....	41
4.1.8. Condiciones de funcionamiento del equipo.....	42
4.1.9. Características del equipo.....	44
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	47
4.3. Prueba de hipótesis	53
4.3.1. Elección de los tajeos.....	53
4.3.2. Medición de Desviación en el Tajo SP6 2E Nv 1370.....	53
4.3.3. Medición de Desviación en el Tajo 79 Nv 1320.....	55
4.3.4. Medición de Desviación en el Tajo 313 Nv 780.....	58
4.3.5. Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1-P0 Nv 820.....	61
4.3.6. Medición de Desviación en el Tajo 81 P2-P1 Nv 820.....	65
4.3.7. Resumen de la desviación de los 25 taladros medidos en los tajos con DEVISHOT.....	69
4.4. Discusión de resultado.....	70

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipo de columna y longitud de taladros _____	18
Tabla 2 Especificaciones técnicas _____	24
Tabla 3 Operacionalización de variables e indicadores _____	27
Tabla 4 Especificaciones eléctricas _____	42
Tabla 5 Diámetro y longitudes de cable de alimentación _____	43
Tabla 6 Medición de Desviación en el Tajo SP6 2E Nv 1370. _____	54
Tabla 7 Medición de Desviación en el Tajo 79 Nv 1320 _____	55
Tabla 8 Desviación en el Tajo 67 P5-P4 Nv 1270 _____	57
Tabla 9 Desviación en el Tajo 313 Nv 780 _____	58
Tabla 10 Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820 _____	61
Tabla 11 Desviación en el Tajo 81 P2-P1 Nv 820 _____	65
Tabla 12 Resumen de la desviación de los 25 taladros medidos _____	69
Tabla 13 Parámetros a tener en cuenta _____	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Método de taladros largos paralelos	9
Figura 2 método de taladros largos en abanico	10
Figura 3 Equipo Simba 250/1250	14
Figura 4 Diseño de la chimenea slot	15
Figura 5 Desviación de taladros largos	17
Figura 6 Tipo y calidad de roca	18
Figura 7 Desgaste de la columna de perforación	18
Figura 8 Desviación de taladros con BIT de 51mm y 64 mm	19
Figura 9 Correcto uso de las brocas	19
Figura 10 Desviación de taladros de acuerdo al tipo y diámetro de broca	20
Figura 11 Elementos del DeviShot	21
Figura 12 Medidor de la desviación	22
Figura 13 Herramienta de levantamiento Trimble Nomad	23
Figura 14 Ubicación de la mina	33
Figura 15 Accesibilidad	34
Figura 16 Vista de accesibilidad a la mina	34
Figura 17 Método de explotación corte y relleno ascendente	36
Figura 18 Método de explotación Sublevel Stopping	37
Figura 19 Perforación de los taladros largos	38
Figura 20 Voladura de la cara libre	38
Figura 21 Limpieza de la cara libre	39

Figura 22 Disparo y limpieza del primer Block 1 _____	39
Figura 23 Disparo y limpieza del Block 2 _____	40
Figura 24 Disparo y limpieza del Block 3 _____	40
Figura 25 Disparo y limpieza del Block 4 _____	41
Figura 26 Relleno de cada Block por etapas _____	41
Figura 27 Cable eléctrico de alimentación _____	43
Figura 28 Partes del Simba 321 Atlas Copco _____	45
Figura 29 Dimensiones y posibilidades de movimiento del Simba 321 _____	46
Figura 30 Diseño de taladros largos _____	47
Figura 31 Distribución de la energía nominal _____	47
Figura 32 Equipo Devishot _____	49
Figura 33 Instalación del Equipo Devishot _____	49
Figura 34 Programación del Equipo Devishot _____	49
Figura 35 Posicionamiento para medir la desviación de los taladros con el Devishot	50
Figura 36 Proceso de Medición y registro de la desviación de taladros con equipo Devishot _____	50
Figura 37 Desviación en el burden y espaciamiento _____	51
Figura 38 Distribución de energía real _____	51
Figura 40 Vista en planta - FILA 24 Tj SP6 _____	54
Figura 41 Vista en sección - FILA 24 Tj SP6 _____	55
Figura 42 Vista en planta - FILA 75 Tj 79 _____	56
Figura 43 Vista en sección - FILA 75 Tj 79 _____	56
Figura 44 Vista en planta Fila 64 Tj 67E _____	57

Figura 45 Vista en sección Fila 64 Tj 67E _____	58
Figura 46 Vista en planta Fila 06 Tj 313 _____	59
Figura 47 Vista en sección Fila 06 Tj 313 _____	59
Figura 48 Vista en planta Fila 08 Tj 313 _____	60
Figura 49 Vista en sección Fila 08 Tj 313 _____	60
Figura 50 Vista en planta Fila 31 Tj 80E _____	62
Figura 51 Vista en planta Fila 32 Tj 80E _____	63
Figura 52 Vista en sección y planta Fila 33 Tj 80E _____	64
Figura 53 Vista en sección y planta Fila 56 Tj 81 2-1 _____	66
Figura 54 Vista en sección y planta Fila 57 Tj 81 2-1 _____	67
Figura 55 Vista en sección y planta Fila 58 Tj 81 2-1 _____	68
Figura 56 Porcentaje de desviación de los taladros _____	70
Figura 57 Desviación de taladros monitoreados _____	71
Figura 58 Porcentaje de desviación promedio por tajo _____	71
Figura 59 Desviación de los taladros en la Sección 31 a 33 en el Tajo 80-1 P1-P0 _	72

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación el problema

La unidad minera SAN CRISTOBAL integrante de la Empresa Volcán se encuentra explotando desde muchos años atrás empleando el sistema subterráneo, para lo cual emplea el método de explotación SUB LEVEL mediante taladros largos de 10 a 15 metros de longitud con diámetros de 64 mm.

Al realizar un seguimiento y control de la perforación se ha encontrado con problemas de desviación de los taladros el cual genera muchos inconvenientes en este proceso. Vemos que la perforación de taladros largos en este sistema de explotación es la actividad más importante y su control es primordial sin embargo se producen desviación de taladros lo cual es un factor negativo

Los factores que originan estas desviaciones son muchas como el posicionamiento del equipo, selección y lectura de angulas, mal emboquillado, estado de la perforadora, calidad de roca, tipo de broca, etc. Al no controlar esto factores tendremos voladuras deficientes, gastos innecesarios, bajo rendimiento.

Estos problemas se vienen generando en la mina desde hace varios meses, para poder superar nos hemos propuesto realizar la presente investigación dando énfasis en el control y evaluación de la perforación de los taladros largos para evitar que se sigan produciendo desviaciones de los taladros y poder tener una voladura optima y eficiente

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La investigación se llevará a cabo en la Unidad de producción de San Cristóbal perteneciente a la Empresa Minera Volcán

1.2.2. Delimitación temporal

Se realizo en 6 meses, de enero a julio 2021

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema General

¿los resultados que se obtienen al controlar y evaluar la desviación de taladros largos en los tajeos de producción serán los óptimos, en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal?

1.3.2. Problema Específicos

- a. ¿Serán óptimos los resultados que se obtienen al evaluar la desviación de taladros largos en los tajeos de producción en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal?
- b. ¿Qué aspectos debemos controlar para evitar la desviación de taladros largos en los tajeos de producción en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar si los resultados que se obtienen al controlar y evaluar la desviación de taladros largos son los óptimos en los tajeos de producción en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- a. Determinar si los resultados que se Obtienen al evaluar la desviación de taladros largos en los tajeos de producción son los óptimos en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal
- b. Determinar los aspectos que se debe controlar para evitar la desviación de taladros largos en los tajeos de producción en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal

1.5. *Justificación del Problema*

Su realización se verá justificado por varios aspectos, así tenemos:

Desde el punto de vista teórico

Desde el punto de vista practico

Desde el punto de vista económico

1.6. *Limitaciones de la investigación*

Para la realización de la investigación no hemos encontrado dificultades, contratiempos, inconvenientes que nos dificulto su realización, y pudimos cumplir en el tiempo previsto, con el apoyo de la empresa del cual quedo muy agradecido.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

Al realizar la revisión sobre temas de desviación de taladros largos, obtuvimos la siguiente información.

Primer antecedente

En la tesis “Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en Sublevel Stopping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 -11A, Mina Casapalca-Unidad Americana.2016.” (CELIS, 2016) plantea como objetivo el determinar la menor desviación de los taladros largos para poder obtener una desviación menor a 5% en la mina Casapalca Y como conclusión llega a:

Las longitudes optimas de los taladros largos implementados en la mina es de 8 m. en taladros negativos con una desviación de 0.26 m. y de 12 m. para taladros positivos con una desviación de 0.45 m.

Al realizar el estudio se obtuvo una desviación de 6.6 % para taladros de 20 m., condición no aceptable, para taladros de 12 m se tuvo una desviación de 3.71% condición permisible, para taladros de 8 m una desviación de 3.21 % condición permisible.

Concluyendo que se debe perforar taladros de 12 m ascendentes y de 8 m para taladros descendentes y así obtener menos desviaciones y menos producción de bancos.

Segundo antecedente

Referente a la tesis “Optimización de la utilidad mediante la reducción de la desviación en la perforación rotopercutiva de taladros horizontales de la empresa Geodrill S.A.C.” de (CUPI, 2021) su objetivo es optimizar la perforación reduciendo la desviación de la perforación de taladros horizontales para incrementar las utilidades de la empresa Geo drill S.A.C.

Como conclusiones tenemos.

Al realizar las perforaciones de los taladros se tuvo pérdidas económicas, generado por las desviaciones de los taladros específicamente de cuatro taladros con un equivalente a 80,604 \$, lo que impedía obtener mejores utilidades

Al plantear la reducción de las desviaciones de taladros y ejecutarlo se aumentó las utilidades en un 18%, estas utilidades llegaron a 28.05 \$/m. y por taladro llegó a 6972.9 \$/taladro

La desviación de taladros todavía persiste debido a ciertos factores como la geología de la zona.

Tercer antecedente

La tesis “implementación de taladros largos en vetas angostas para determinar su incidencia en la productividad, eficiencia y seguridad de las operaciones mineras – PASHSA, MINA HUARÓN S.A.” (APAZA, 2013), el objetivo es aplicar taladros largos en la explotación de vetas angostas y mejorar la productividad, la seguridad en la mina Huaron

Como conclusión se tiene.

Se implementó este método de explotación de sub level taladros largos en el conjunto de vetas angostas de la mina y como resultado se obtuvo

bastante éxito consiguiendo optimizar la producción, bajar costos, aumentar la eficiencia y la seguridad.

Como conclusión final se ve que es factible la implantación de este método con taladros largos en vetas angostas.

Cuarto antecedente

En la tesis “Diseño óptimo de taladros largos para la seguridad de los tajeos mediante la estabilidad en vetas angostas” de (CARO, 2021) su objetivo ver como un buen diseño de los taladros largos tanto en la planificación, ejecución juegan un papel importante en la seguridad ,como conclusión se tiene.

Al lograr un buen diseño de la explotación por taladros largos se logro la estabilidad del tajeo lo que trajo consigo una mejor seguridad

El diseño y su implementación de los taladros largos permitió monitorear, controlar, prevenir la sobre rotura y tener mayor seguridad.

Quinto antecedente

Por su parte en la tesis “aplicación del tajeo por subniveles con taladros largos para optimizar recursos en la mina CARIDAD, COMPAÑÍA MINERA HUANCAPETI S.A.C.” presentado por (LEON, 2017), su objetivo planteado fue usar adecuadamente los recursos al aplicar taladros largos en la mina Caridad. Como conclusión tenemos.

Se logro mejorar lo siguiente, incremento de la producción, disminución de accidentes, reducción de costos, aumento de la productividad.

Cuantitativamente se observa que la utilidad subió 4.67 \$/TCS mes, la producción llego a 110 tn/guardia, el rendimiento del Scooptrams fue de 289.30 tn/guardia rendimiento del Dámper 468.12 \$/tn.

Sexto antecedente

La tesis que lleva por título “Aplicación del método de explotación taladros largos en vetas angostas sin By Pass - Veta Ramal Alianza de Minera Argentum” de (BALDEON, 2021) el objetivo fue contar con un mejor método de explotación aplicando taladros largos en vetas angostas mediante un estudio geomecánico y geométrico de la masa rocosa.

Como conclusión tenemos:

Al aplicar este método se logró una mayor producción llegando a 743,680tn/año y a un Cash Cost de 44.33 \$ en el año 2019. Se bajó el costo de producción a 78.48 \$/tn en el 2019, y a un costo de minado de 39.54 \$/tn.

Los tajeos presentan estabilidad para bloques de dimensiones de 20 m de largo por 13 m. de altura sin sostenimiento.

Para el sostenimiento se usaron pernos hydrabolt, mallas metálicas, shotcrete con fibras.

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Método de explotación Sublevel Stopping

Concepto

“Sublevel Stopping, es una aplicación de los principios de la voladura de banco a cielo abierto a las explotaciones subterráneas, consiste en el arranque del puente entre dos niveles de perforación en sentido descendente y ascendente.

El sistema establece un único nivel base (nivel de extracción) para varios subniveles superiores, la distancia entre los niveles base oscila entre 80 y 100 metros” (COMPAÑIA MINERA YAULIYACU, 2009)

Tipos del método

Existen dos variantes de este método: el Método de taladros largos paralelos y el Método de taladros largos en abanico.

Método de taladros largos paralelos

“Este método es aplicado básicamente en blocs de mineral de potencias menores, vetas donde la potencia minable es de 1.50 metros hasta 3.00 metros, la sección de los subniveles son de 2.50m x 2.50m, sirven como subnivel de perforación, así como también para el desplazamiento de los equipos de perforación y de limpieza scooptram.

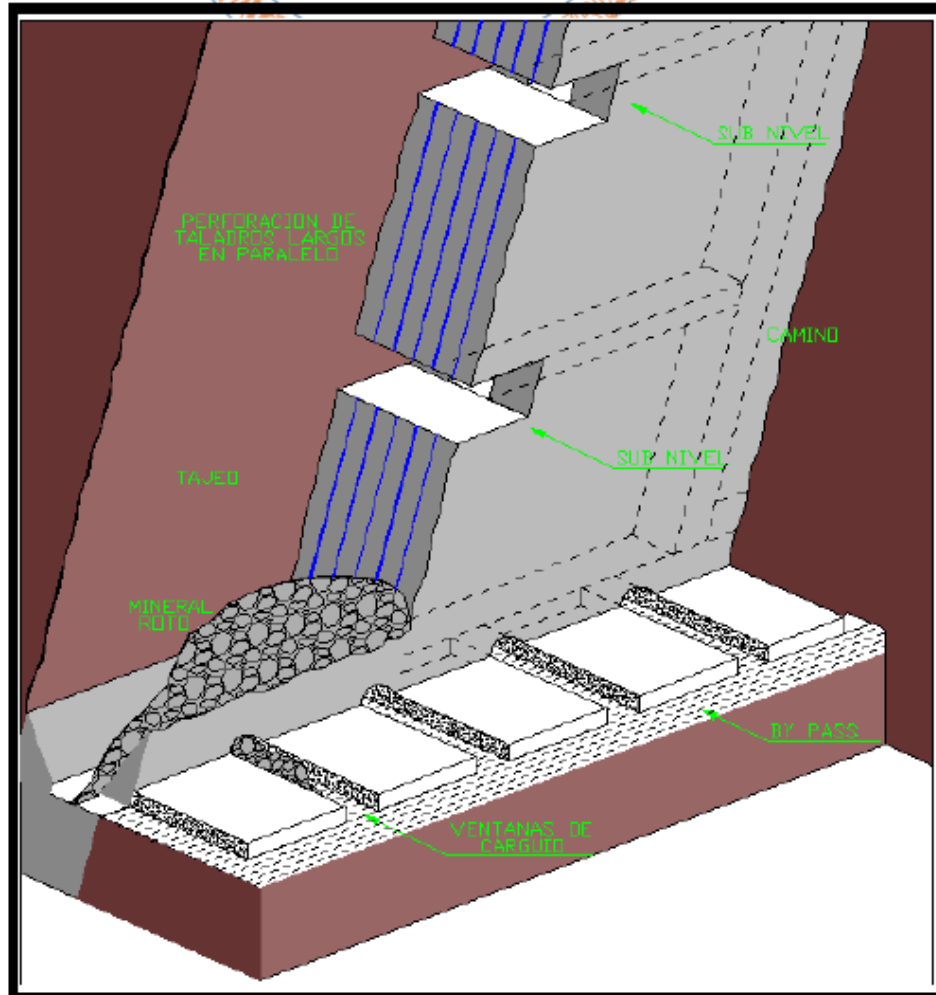
Existe una regular continuidad en la mineralización lo cual hace factible la aplicación de este sistema, el buzamiento de las vetas tiene un promedio de 75° lo que es una inclinación favorable en el desplazamiento del material dentro del tajo” (EXSA, 2004)

“La altura entre subniveles es de 15.0 metros, a partir de estos subniveles se realizan perforaciones de taladros paralelos al buzamiento de la veta en sentido ascendente y descendente con una longitud entre 12.0m – 15.0m como máximo, para lo cual se utilizan diámetros de broca de 64mm con la finalidad de minimizar la desviación de los taladros.

Las Chimeneas - slot utilizado como cara libre son preparados con una sección de 2.0m x 2.0m. Estas chimeneas están ubicadas a los extremos del tajo de tal forma que la explotación se hace en retirada y en rebanadas verticales” (EXSA, 2004)

Figura 1

Método de taladros largos paralelos



Método de taladros largos en abanico

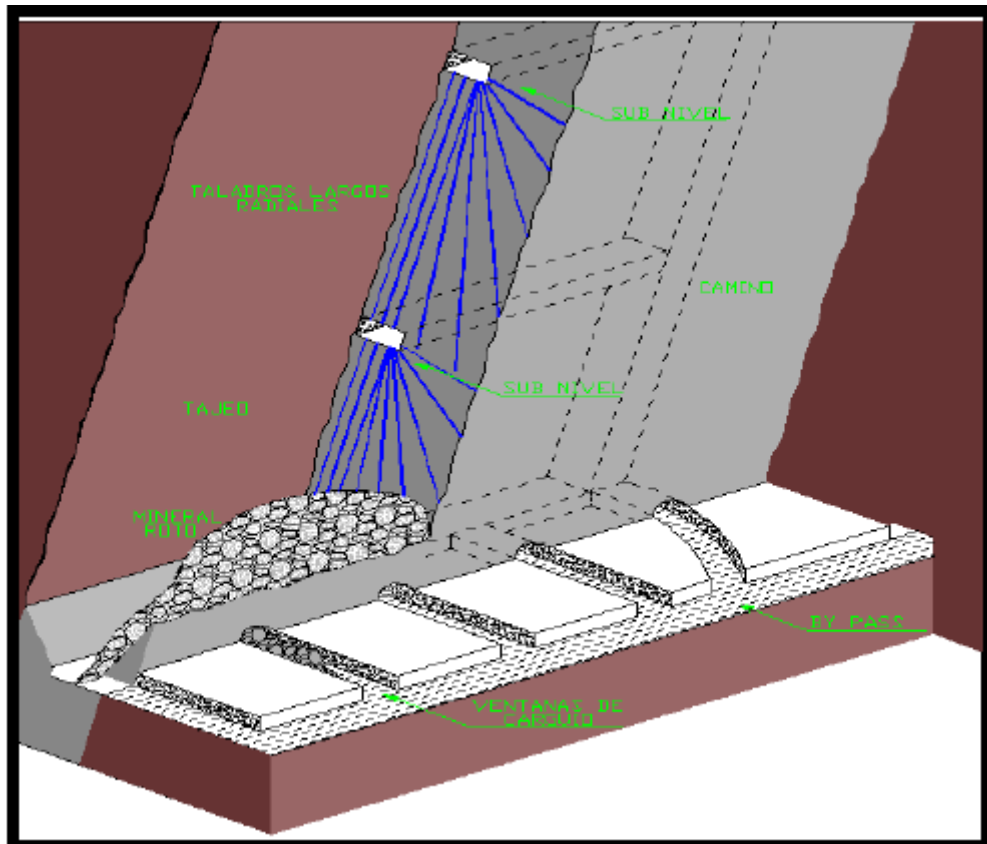
Este método es aplicado en cuerpos diseminados, la perforación de taladros

son de longitudes variables superiores a los 15 metros dependiendo de las dimensiones del block mineralizado.

La altura entre Subniveles de perforación es de 30 metros, a partir de estos subniveles se realizan perforaciones de taladros ascendentes y descendentes en abanicos para lo cual se utilizan diámetros de broca de 64mm. Con la finalidad de minimizar la desviación de los taladros (EXSA, 2004)

Figura 2

método de taladros largos en abanico



Ventajas y desventajas

“Ventajas

- La desviación puede ser controlada
- Alta productividad
- Alta adaptabilidad en vetas angostas, cuerpos y cuerpos pequeños e irregulares
- Costos bajos” (CELIS, 2016)

“Desventajas

- Desviación de taladros largos
- Necesidad de tener cajas competentes
- Dilución y pérdida de mineral
- Se requiere de desarrollos considerables

- Baja selectividad
- Voladura secundaria
- Necesidad de un planeamiento detallado” (CELIS, 2016)

Operaciones unitarias

Planeamiento

“El método hundimiento por subniveles es sistemático y requiere de un minucioso trabajo de planeamiento y diseño antes de iniciar las operaciones. El desarrollo, producción y extracción son actividades realizadas en diferentes frentes, cada uno de los cuales es una operación continua independiente de los otros, estando un frente siempre disponible para la operación. Estos son factores que obligan que el método sea mecanizado y eficiente.

Una planificación razonable de hundimiento por subniveles depende del nivel de conocimiento de los parámetros especiales para este método y sobre todo para el flujo de mineral por gravedad, probablemente la fragmentación del mineral juegue el papel más importante ya que decide la forma del flujo gravitatorio.

Un punto crítico es la desviación de los taladros que debe ser controlada con la precisión para obtener un grado de fragmentación adecuado. Para resolver los problemas difíciles de hundimiento por subniveles en especial los problemas de dilución y pérdida de mineral se realizan estudios en laboratorios y pruebas in-situ” (COTRINA , 2019)

Desarrollo y Preparación

“Los trabajos de desarrollo y preparación son los de mayor exigencia y de mayor duración, pues ello depende una cantidad relativamente extensa de construcciones iniciales que son determinados por el tiempo que dure la explotación o la vida de la mina. Estos mismos son diseñados de acuerdo a las características del yacimiento, equipos a utilizar y valorización total del

proyecto en función a la producción que se estime extraer diariamente”

(COTRINA , 2019)

Las preparaciones que se diseñan según el estándar son:

Rampa de comunicación

“(4.0m de ancho por 4.0m de alto), que está ubicado en la zona de mayor competencia de la masa rocosa por su característica permanente en todo lo que dure la vida de la mina y permita el tránsito de volquetes”

(COTRINA , 2019).

Subnivel de extracción

“(3.5m de ancho por 3.0m de alto), que se puede desarrollar tanto en la parte estéril como dentro del cuerpo de mineral puesto que es acceso directo porque a partir de él se abrirán ventanas de producción o draw points.

Labores de servicios con la finalidad de dar mayor fluidez a los servicios auxiliares para la operación, como chimeneas de ventilación (1.5m x 1.5m), chimeneas de servicios (1.5m x 1.5m) o caminos” (COTRINA , 2019).

Cámaras de acumulación de mineral y de desmante

“(4.0m de ancho por 4.0m de alto), que sirven para aliviar el material que se evacua desde las ventanas de producción y a la vez acelerar el ciclo de minado” (COTRINA , 2019).

Cámaras de carguío,

“Son diseñadas de manera técnica y segura con dos entradas, una para el equipo de bajo perfil que tiene que descargar desde una altura prudente (3.5m de ancho por 3.0m de alto) y el otro para el estacionamiento y carga del volquete (4.0m de ancho por 4.0m de alto)” (COTRINA , 2019)

Preparación

Para realizar la preparación de las labores y poder llegar a los tajeos hay varias formas una de ellas es la que explica el siguiente autor.

“El acceso a los tajeos de explotación es por rampa y cortadas normalmente

ubicados en la caja piso de los tajeos

La galería de extracción (by pass) debe ser desarrollada en el nivel base (caja piso) del tajeo, paralela a la zona mineralizada y en estéril, el desarrollo de estocadas o “draw points” que unen la galería de extracción con la galería sobre veta, para la recuperación del mineral derribado

Las galerías de perforación (subniveles) deben estar en la zona mineralizada.

Se ejecuta una Ch - slot que sirve como cara libre para iniciar la voladura”

(CELIS, 2016)

Perforación

“La perforación de taladros largos es la principal actividad en el minado por subniveles, esta operación requiere de bastante control y precisión antes de iniciar la perforación, el control y precisión son un factor determinante para lograr una voladura óptima y eficiente

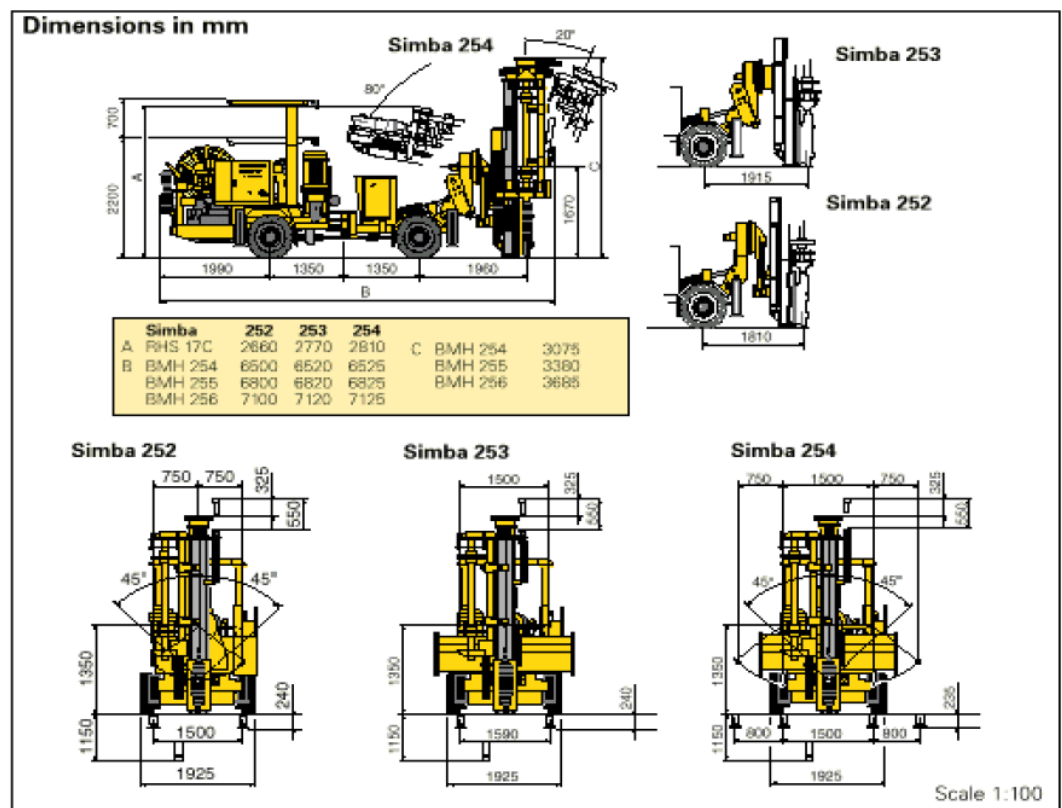
El uso de diámetros menores y longitud de taladros mayores básicamente generan la desviación del taladro es un problema común pero controlable”

(CELIS, 2016)

Equipos

- “El equipo usado es El Simba 1254 es un equipo de perforación de barrenos largos para galerías de tamaño pequeño a mediano en el rango de 51 a 89 mm de diámetro. Proporciona una gran área de cobertura y puede perforar barrenos paralelos ascendentes y descendentes en las paredes laterales. Está equipado con un martillo en cabeza de alto rendimiento que proporciona una solución sostenible para la perforación de barrenos largos”
- (CELIS, 2016)

Equipo Simba 250/1250

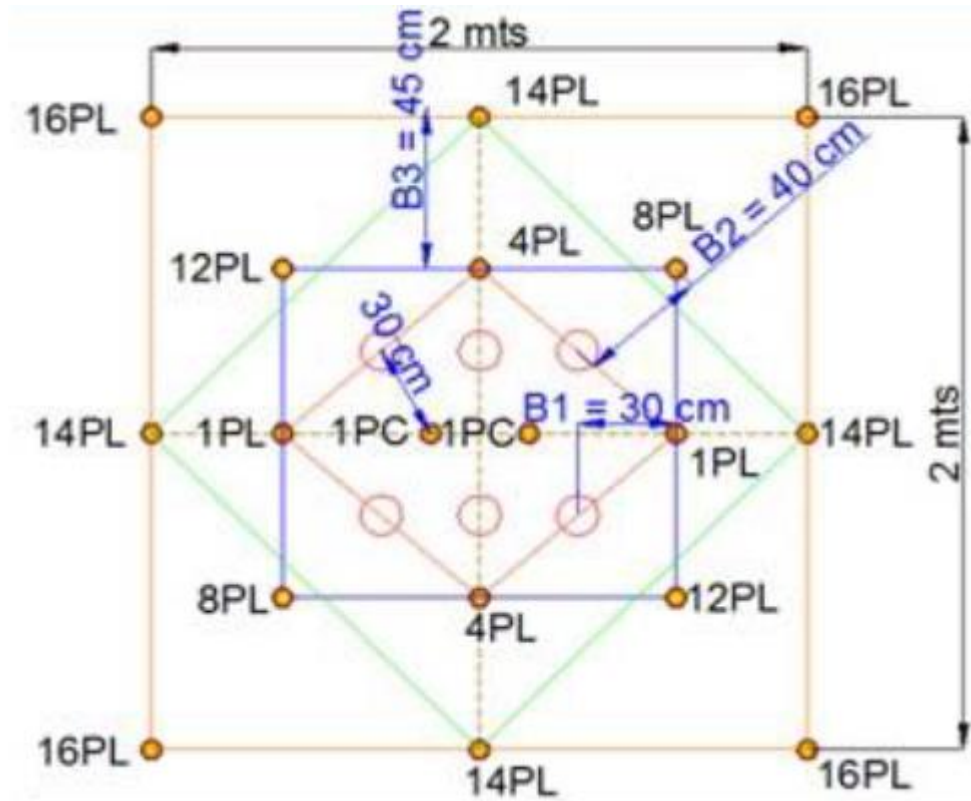


Perforación de chimeneas slot

“Para la salida de la voladura primaria, una vez realizado la perforación de los taladros largos paralelos o abanicos en forma positiva, es necesaria la creación de una cara libre vertical, este tipo de chimenea es ejecutado de forma convencional, en la mina Casapalca es utilizado la máquina perforadora Stoper, donde la secuencia de minado empieza por identificar el taladro guía para la chimenea dejado por la perforación de los Simbas H1254 para su perforación y posterior voladura de donde se inicia desde el nivel de la parte de la extracción hasta la parte superior del tajeo” (CELIS, 2016)

Figura 4

Diseño de la chimenea slot



Perforación de la chimenea VCR (VERTICAL CRATER RAISE

“Para la salida de la voladura primaria, una vez realizado la perforación de los taladros largos paralelos o abanicos en forma negativa, es necesaria la creación de una cara libre, este tipo de chimenea conocido como VCR, son de secciones de 2 x 2 metros su ejecución de se da en forma descendente, realizando la voladura en los taladros diseñados y perforados por los Simbas H1254. La malla de perforación tiene un burden y espaciamiento igual de 1,20m en vetas y 1,50m en cuerpos y el diámetro del taladro es de 2.5 pulgadas (64 mm) Escogemos tres taladros y muy próximos a éstos perforamos tres taladros más, de manera que se asemeje a un disparo en forma de "V" con sus respectivas caras libres en forma de (v invertida)” (CELIS, 2016)

Voladura

“Los taladros son cargados manteniendo la salida en “V”, a fin de utilizar la energía de proyección para lograr mejor fragmentación, El factor de potencia promedio en tajeos es de 0.40 Kg/TM, Equipo de carguío: Anfoloader (cargador neumático mecanizado) Accesorios de voladura: Fanel de periodo corto (4.80m) : Carmex (guías ensamblada), Explosivos: Cordón detonante (pentacord 5P) : Emulsión 5000 (1 1/8” x 8”), Agente de voladura: Anfo” (CELIS, 2016)

Limpieza

“La limpieza del mineral roto, se efectúa mediante Scoop (CELIS, 2016) R-1600, de 6 Yd de capacidad, instalado control remoto, a fin de evitar que el operador se exponga al banco alterado, para esto se utilizan los refugios previamente construidos durante la preparación del tajo • Para dar productividad se tienen preparados chimeneas de acopio del material fragmentado a distancias no mayores a 150 metros, acelerando la limpieza de los tajos. Alcanzando 85 Ton/hr en scoop de 6 Yd • Cada sub nivel cuenta con un diseño cámara de seguridad para el operador, ubicado cada 20metros, y de acuerdo a las inflexiones que sigue la veta la preparación del tajo” (CELIS, 2016)

2.2.2. Desviacion de taladros

Concepto

“Es la desviación que se produce cuando un taladro ejecutado esta fuera del punto inicial planificado, la desviación es vista desde un punto de vista tridimensional pudiendo distorsionar el burden y el espaciamiento del diseño original.” (EXSA, 2004)

Factores que ocasionan la desviación de taladros

Son muchos factores que ocasionan la desviación de taladros, pudiendo mencionar los siguientes:

“Factores antes de la perforación

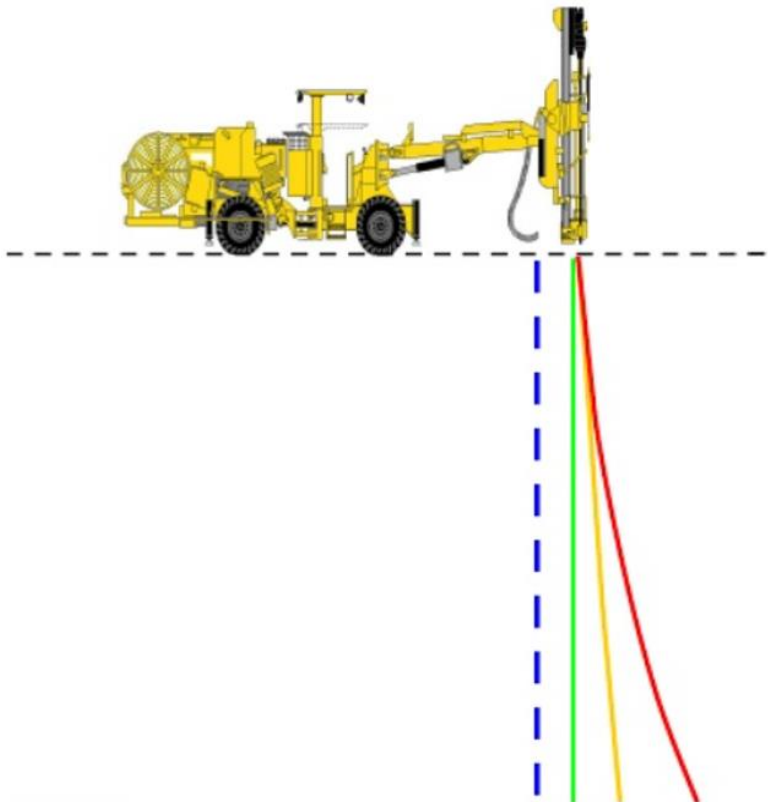
Error en el posicionamiento del equipo.

Error en la selección y lectura de ángulos.

Error en el emboquillado y en la fijación de la viga de avance” (EXSA, 2004)

Figura 5

Desviación de taladros largos



“Factores al estado y condición del equipo

Estado de la perforadora

Carro porta perforadora, deslizadera y componentes

Viga de avance

Sistema lector de ángulos” (EXSA, 2004)

“factores dentro del taladro

tipo y calidad de roca” (EXSA, 2004)

Figura 6

Tipo y calidad de roca



“Factores durante la perforación

Estado de la columna de perforación (desgaste roscas)” (EXSA, 2004)

Figura 7

Desgaste de la columna de perforación



Tipo de columna y longitud de taladros

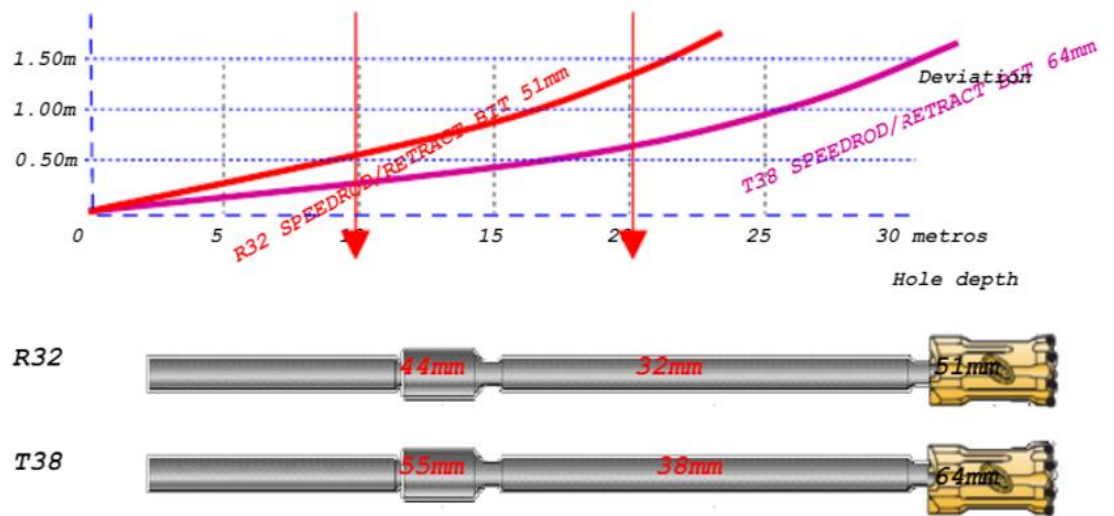
Tabla 1

Tipo de columna y longitud de taladros

Tipo de columna y longitud de taladros			
Columna T - 38		Columna R - 32	
DESCRIPCION		DESCRIPCION	
Broca Retráctil 2 1/2" (64mm)	630 m.	Broca Retráctil 2" (51mm)	450 m.
Barra MF T38 - 4	2400 m.	Barra MF T32 - 4'	1800 m.
Shank Adapter COP.1238-T38	3100 m.	Shank Adapter COP.1032-R38	2050 m.

Figura 8

Desviación de taladros con BIT de 51mm y 64 mm



Mantenimiento oportuno y correcto uso de las brocas

Antes que aparezca las micro fisuras (piel de serpiente).

Antes que ocurra la rotura de los insertos.

Antes que los planos de desgaste sean mayores a 1/3 del diámetro del inserto

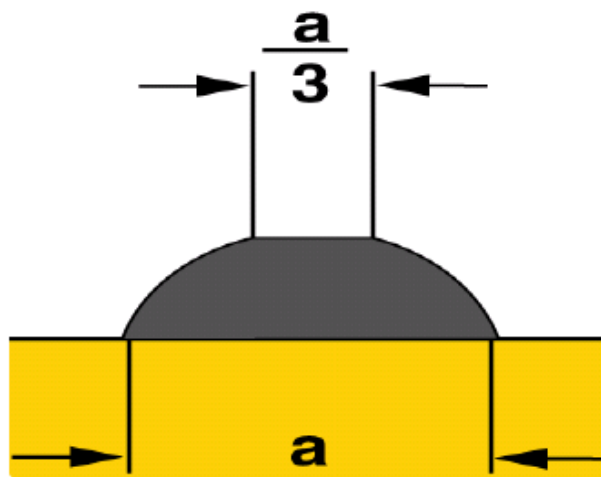
Antes que la velocidad de penetración disminuya.

Antes que se presente el contra cono.

Antes que la desviación del taladro este fuera de control (EXSA, 2004)

Figura 9

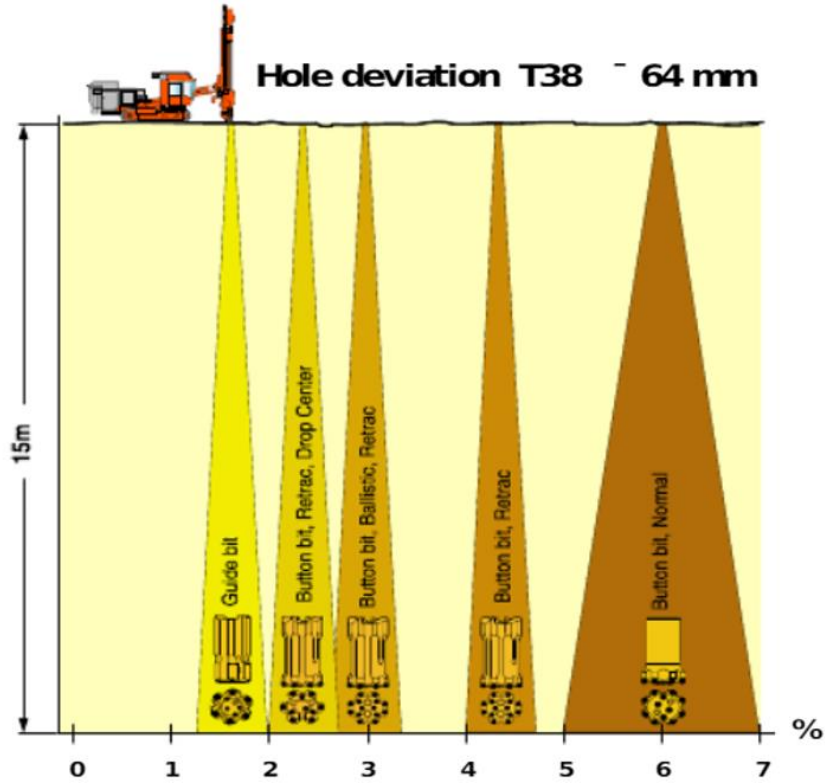
Correcto uso de las brocas



Tipo y diámetro de broca

Figura 10

Desviación de taladros de acuerdo al tipo y diámetro de broca



“Parámetros de perforación:

Rotación

Percusión

Fuerza de avance

Sistema anti-atascamiento”

Barrido (EXSA, 2004)

“Otros factores

Destreza del operador.

Falta de control en la vida útil de los aceros.

Equipos en mal estado.

Falta de control en perforación.

Afán de avanzar el metraje por los bonos” (EXSA, 2004)

2.2.3. Equipo de medición de la desviación de taladros largos

Medición de desviaciones

El levantamiento de sondeos, o levantamiento de desviaciones, es el proceso de medición de la dirección y la inclinación de un pozo, que permite el cálculo de las coordenadas de la trayectoria. Los orificios pueden desviarse considerablemente del plan original, dependiendo de factores como las formaciones rocosas, los parámetros de perforación y el equipo de perforación (MCH Mining Solution, 2015)

DeviShot

“El DeviShot es una herramienta magnética de levantamiento de múltiples disparos para realizar sondeos en frente de la broca o en agujeros abiertos. La herramienta de sondeo es la herramienta de levantamiento más precisa en formaciones rocosas donde no hay perturbación magnética” (MCH Mining Solution, 2015)

Elementos del DeviShot

“El kit DeviShot consta de dos partes principales, la herramienta de sondeo en sí y una PDA utilizada para operar y presentar los datos de sondeo del pozo.”

Figura 11

Elementos del DeviShot

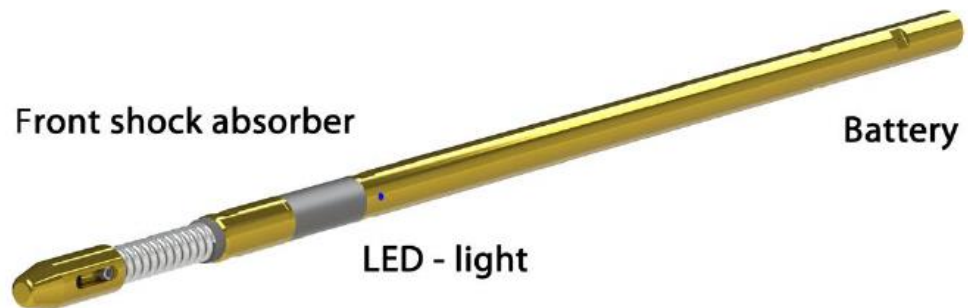


La herramienta de medición de desviación

El DeviShot es una herramienta de sondeo magnético multishot. La unidad del sensor consta de tres magnetómetros, tres acelerómetros y un sensor de temperatura. Miden los tres componentes magnéticos y del campo de gravedad en la ubicación de la herramienta, junto con la temperatura interna de la herramienta. Los datos del sensor obtenidos durante un levantamiento se almacenan en la memoria interna de la herramienta y se pueden descargar cuando se conecta a la PDA (MCH Mining Solution, 2015)

Figura 12

Medidor de la desviación



PDA

“La PDA utilizada para operar la herramienta de levantamiento es Trimble Nomad. Tiene una clasificación IP67 / 68 y es impermeable al agua y al polvo. Tiene una carcasa resistente y ejecuta Windows Mobile 6.0, 6.1. o 6.5. El PDA tiene DeviSoft.Mobile preinstalado cuando se envía desde Devico” (MCH Mining Solution, 2015)

Figura 13

Herramienta de levantamiento Trimble Nomad



Batería

“El DeviShot funciona con una batería de litio de 7.2V. El DeviShot puede funcionar continuamente más de 1200 horas antes de que las baterías deban ser reemplazadas” (MCH Mining Solution, 2015)

DeviSoft.Mobile

“DeviSoft.Mobile es un programa de PDA que se utiliza para operar la herramienta DeviShot y extraer, mostrar y exportar los datos de la encuesta del pozo. DeviSoft.Mobile está preinstalado en la PDA cuando se envía desde Devico” (MCH Mining Solution, 2015)

Especificaciones técnicas

Se muestra en el cuadro siguiente

Tabla 2

Especificaciones técnicas

Diámetro	35 * mm
Longitud	1170 mm
Peso	5,6 kg.
Temperatura de funcionamiento	-10 a +70 C°.
Presión máxima	500 bar
Intervalo de grabación	5 - 60 seg
Capacidad de memoria de.	5000 lecturas
Precisión de inclinación	0.1°
Precisión de acimut	0.5°
Exactitud de la superficie de la herramienta (gravedad)	0.2°
Batería	7.2 V Litio
Capacidad de la batería	1200 horas.

Nota (MCH Mining Solution, 2015)

2.3. Definición de términos básicos

Aceros de perforación

“Son elementos que sirven para transmitir la energía mecánica a la roca”
(EXSA, 2004)

Acoplamiento

“Grado en que un explosivo llena un taladro, los explosivos a granel son acoplados totalmente.” (EXSA, 2004)

Angulo de inclinación

“Inclinación de los taladros que sirve para asegurar el espaciamiento entre taladros a perforar en el eje de perforación” (fila) (EXSA, 2004)

Broca retráctil

“Elemento con diseño del faldón estriado para minimizar la desviación del taladro” (EXSA, 2004)

Carga de columna

“Carga larga y continua de un explosivo o agente de voladura dentro de un taladro.” (EXSA, 2004)

Desviación de taladro

“Taladro ejecutado que esta fuera del punto inicial planificado, la desviación es vista desde un punto de vista tridimensional pudiendo distorsionar el burden y el espaciamiento del diseño original” (EXSA, 2004)

Jumbo/Simba

“Máquina de perforación electro hidráulico. especialmente diseñado para perforar taladros verticales ascendentes y descendentes.” (EXSA, 2004)

Malla de perforación

“Diseño inicial para perforación, con la finalidad de lograr una distribución uniforme de la energía, un confinamiento y nivel de energía adecuado.” (EXSA, 2004)

Paralelismo

“Técnica que sirve para asegurar la simetría y mantener el burden entre filas de perforación” (EXSA, 2004)

Presión de barreno

“Presión que ejercen los gases calientes del explosivo detonado sobre la pared del taladro, la presión del taladro es una función de la densidad y la velocidad de detonación” (EXSA, 2004)

Taco

“Material inerte introducido en el taladro detrás de la carga de columna, su propósito es retener los gases y la energía del explosivo dentro del taladro” (EXSA, 2004)

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los resultados que se obtienen al controlar y evaluar la desviación de taladros largos deben ser los óptimos en los tajeos de producción en la “Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal”

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. los resultados que se Obtienen al evaluar la “desviación de taladros largos” en los tajeos de producción deben ser los óptimos en la Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal
- b. los aspectos que se debe controlar para evitar la “desviación de taladros largos” en los tajeos de producción deben ser detallados y específicos, en la “Compañía Minera Volcán – UP San Cristóbal”

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables para la hipótesis general

Tenemos lo siguiente:

Control y evaluación de desviación

Taladros largos

2.5.2. Variables para la hipótesis específicas

Hipótesis específica a

Evaluación de taladros largos

Desviación de taladros

Hipótesis específica b

Control de la desviación de taladros largos

Detallados y específicos

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 3

Operacionalización de variables e indicadores

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCION	INDICADORES
<p>Variables para la hipótesis general Tenemos lo siguiente Control y evaluación de desviacion Taladros largos</p> <p>Variables para la hipótesis específicas Hipótesis específica a Evaluación de taladros largos Desviacion de taladros</p> <p>Hipótesis específica b Control de la desviacion de taladros largos Detallados y específicos</p>	<p>Desviacion de taladros "Es la desviacion que se produce cuando un taladro ejecutado esta fuera del punto inicial planificado, la desviación es vista desde un punto de vista tridimensional pudiendo distorsionar el burden y el espaciamento del diseño original." (EXSA, 2004)</p>	<p>Medir la desviación (%) de taladros largos en los tajos (diseño vs ejecutado) utilizando el Equipo Devishot. • Mejor control en la perforación de taladros largos.</p>	<p>-Taladros largos negativos -Taladros largos positivos -control del diseño de taladros largos</p>	<p>- % -% -mejoramiento</p>

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicativo, con un nivel descriptivo, como dice (TAMAYO Y TAMAYO, 2003) “Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo porque la investigación se centra en describir y recopilar información existente sobre un tema específico. Se utilizan fuentes de información secundarias, como libros, artículos, informes y otras tesis previas. Sánchez (2015) menciona que, esencialmente, este nivel consiste en caracterizar un fenómeno o circunstancia analizándolo en un contexto espacio-temporal determinado. Son investigaciones que pretenden recoger datos sobre el estado actual del fenómeno

3.3. Métodos de investigación

El método empleado es el científico, y nos dice (TAMAYO Y TAMAYO, 2003) “El método científico es un procedimiento para descubrir las condiciones

en que se presentan sucesos específicos, caracterizado generalmente por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica” mediante los métodos específicos deductivo, análisis

3.4. Diseño de investigación

Plantearemos como un diseño no experimental transversal, y descriptivo por qué. “tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades, etc., y proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas (de pronóstico de una cifra o valores)” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014)

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población viene a ser todos los tajeos que se vienen explotando mediante taladros largos de la Unidad de Producción San Cristóbal

3.5.2. Muestra

La muestra se tomó por conveniencia siendo seleccionados los siguientes tajeos: Tj SP6 2E, Tj 79 E5, Tj 67 – 5/4, Tj 313, Tj 80-1 1/0, Tj 80-2 2/1,

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se empleó en nuestra investigación fueron

3.6.1. Técnicas

Se tuvo como técnicas la observación y recojo de datos en campo, para su aplicación se siguió los siguientes pasos.

- Selección del tajeo a realizar las pruebas
- Trasladarse a la labor seleccionada
- Ubicación de los taladros a medir

- Instalación del equipo Devishot
- Programación del equipo Devishot
- Posicionamiento del equipo para medir la desviación del taladro
- Proceso de medición
- Registro de las mediciones

Para el proceso de control de la perforación de taladros se procedió de la siguiente manera.

Se procedió a observar las perforaciones de los taladros durante un mes y analiza documentos de archivo de las oficinas de la mina San Cristóbal.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos principales usados en el estudio son

Camioneta Autorizado

Devishot: Equipo que consta de una barra metálica de 1.25 m. y un PDA (micro computador).

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos en las mediciones de la mina, de las desviaciones de los taladros largos de las diferentes labores se procedió a:

- Descarga de datos tomados en mina, los cuales están almacenados en el Devishot Mobile
- Se procede a guardar en el PDA, para pasarlo a la computadora
- Análisis de datos los cuales se presentan en tablas
- Obtención de la profundidad del taladro, su pendiente, la inclinación o desviación del taladro
- Obtención de la ubicación del taladro Norte, Este, elevación
- Graficar la posesión del taladro vista lateral, vista superior
- Realización del resumen de datos
- Conclusiones del trabajo de campo

- Informe final.

3.8. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento de análisis de nuestro trabajo de investigación, aplicaremos la técnica de estadística descriptiva, donde los datos van estar en tablas, facilitando la ordenación y comparación de datos, esto nos permite conocer a los parámetros de la muestra con las que se trabaja. El recuento necesario para la elaboración de cálculos, en nuestra investigación hacemos uso de tablas con su análisis e interpretación del resultado. (Wellington, 2000 p. 148)

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Durante el desarrollo de la tesis se practicó los principios de la ética, como el trabajo con honestidad, veracidad

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Ubicación del lugar de la investigación

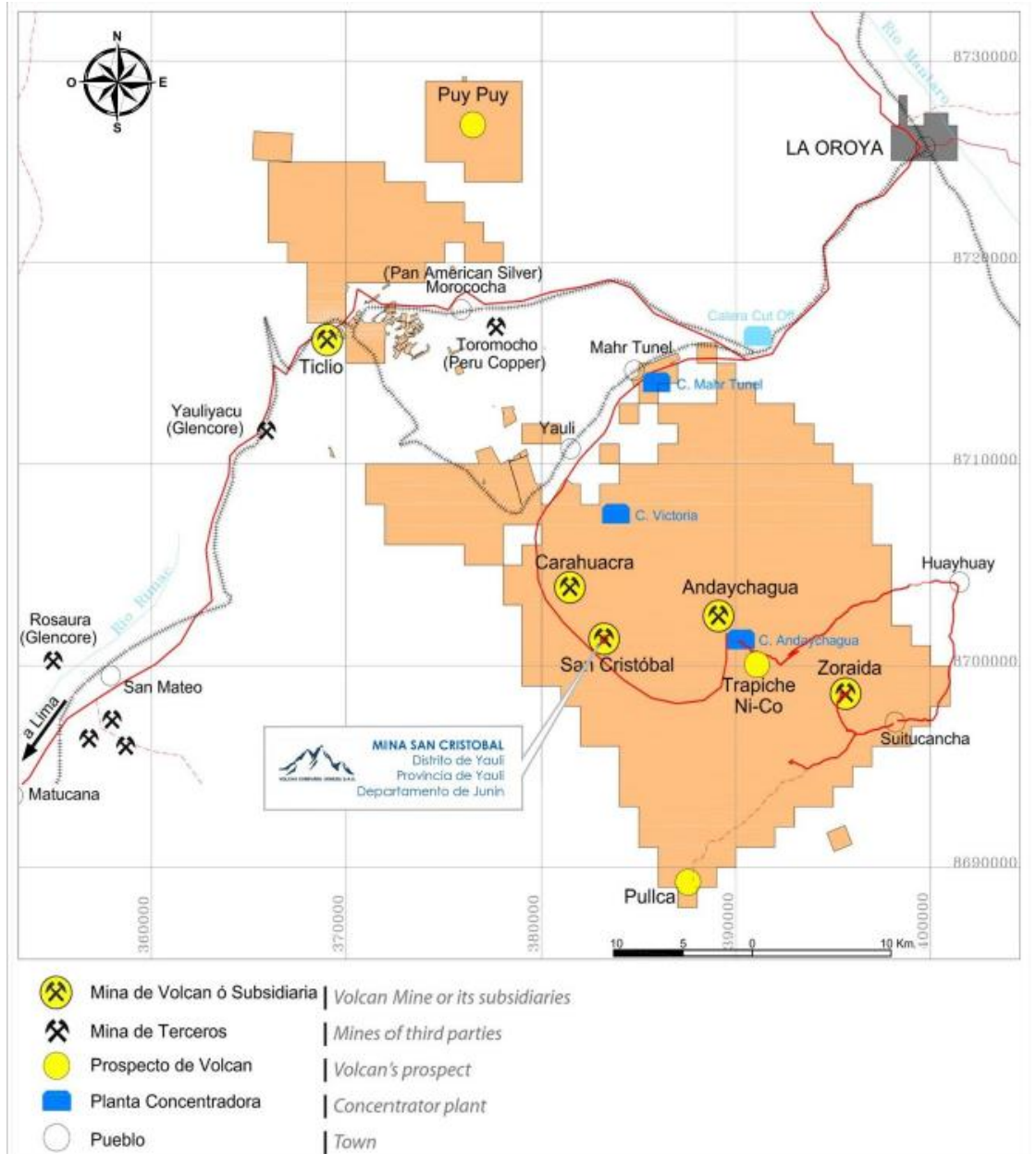
4.1.1. *Ubicación de la Unidad Minera San Cristóbal*

“La Mina San Cristóbal, perteneciente a la U.E.A. Yauli, está ubicada en la parte suroeste del Distrito de Yauli, Provincia de Yauli, Departamento de Junín, en el Perú. Se encuentra en el flanco este de la Cordillera Occidental de los Andes centrales del Perú; a 110 km, en línea recta, de la ciudad de Lima” (COMPAÑOA MINERA VOLCAN - Mina San Cristobal, 2020)

Altitudes promedio: Entre los 4150.00 - 4,700.00 m.s.n.m.

Figura 14

Ubicación de la mina



4.1.2. Accesibilidad

La mina es accesible mediante la carretera central, Lima - Pachachaca, como podemos observar el cuadro siguiente.

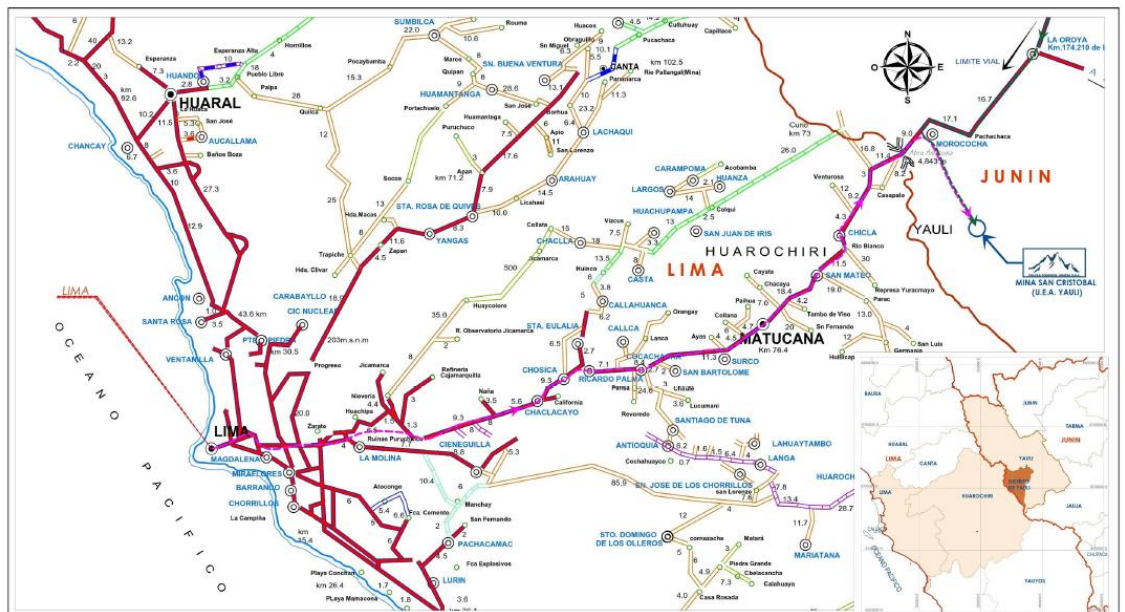
Figura 15

Accesibilidad

Ruta	Distancia (km)	Carretera	Tiempo aproximado (h)
Lima a la Oroya	110	De la ciudad de Lima en línea recta por la carretera central hasta llegar a la ciudad de La Oroya.	Se tiene un viaje aproximadamente de cinco horas.
La Oroya a mina San Cristóbal	20	De la ciudad de La Oroya por la carretera central, se halla un desvío cerca de la localidad de Pachachaca,	El tiempo de viaje para llegar a la unidad productora San Cristóbal es aproximadamente de 45 minutos.

Figura 16

Vista de accesibilidad a la mina



4.1.3. Método de explotación en la mina San Cristóbal

Los métodos de explotación aplicados a la extracción del mineral en la Mina San Cristóbal de acuerdo a las características del yacimiento son.

- Método de explotación Corte y Relleno Ascendente (OVER CUT AND FILL)
- Método de explotación Tajeo por Sub niveles (Sublevel Stopping) con Taladros Largos

4.1.4. Método de explotación Corte y Relleno Ascendente (OVER CUT AND FILL)

Las vetas y cuerpos de San Cristóbal se explotan por el método de Corte y Relleno Ascendente (Breasting, Bench and Fill) que consiste en extraer rebanadas de mineral por cortes sucesivos de alturas promedio de acuerdo a tipo de minado de 3.50 m, 10 m. y 2.8 m, de abajo hacia arriba y rellenando cada corte con relleno hidráulico o detrítico. Se prepara una rampa principal de +/- 12% de gradiente en la caja piso o techo de la estructura para facilitar los accesos del equipo de perforación y limpieza. Luego de interceptar la estructura y de acuerdo a la calidad geomecánicas del terreno involucrado, se realiza la explotación con perforación vertical u horizontal (PUMA, 2018).

4.1.5. Método de explotación Tajeo por Sub niveles (Sublevel Stopping) con Taladros Largos

“El método consiste en dividir el cuerpo mineralizado en sectores actos para el laboreo para posteriormente arrancar el mineral a partir de estos subniveles por medio de la perforación de taladros largos paralelos, los mismos que se disparan en planos verticales

El campo de aplicación de este método varía para cuerpos macizos o vetas estrechas, las características de mecánica de roca deben ser buenas, poseer cajas y techos firmes y estables. La calidad del mineral debe ser competente y su ángulo de buzamiento mayor a 60°, generalmente se aplica en yacimientos verticales y que tengan formas y dimensiones regulares. A lo que a costos se refiere, es económico aplicándose muchas variantes para este método lo que se hace muy productivo” (PUMA, 2018).

Figura 17

Método de explotación corte y relleno ascendente

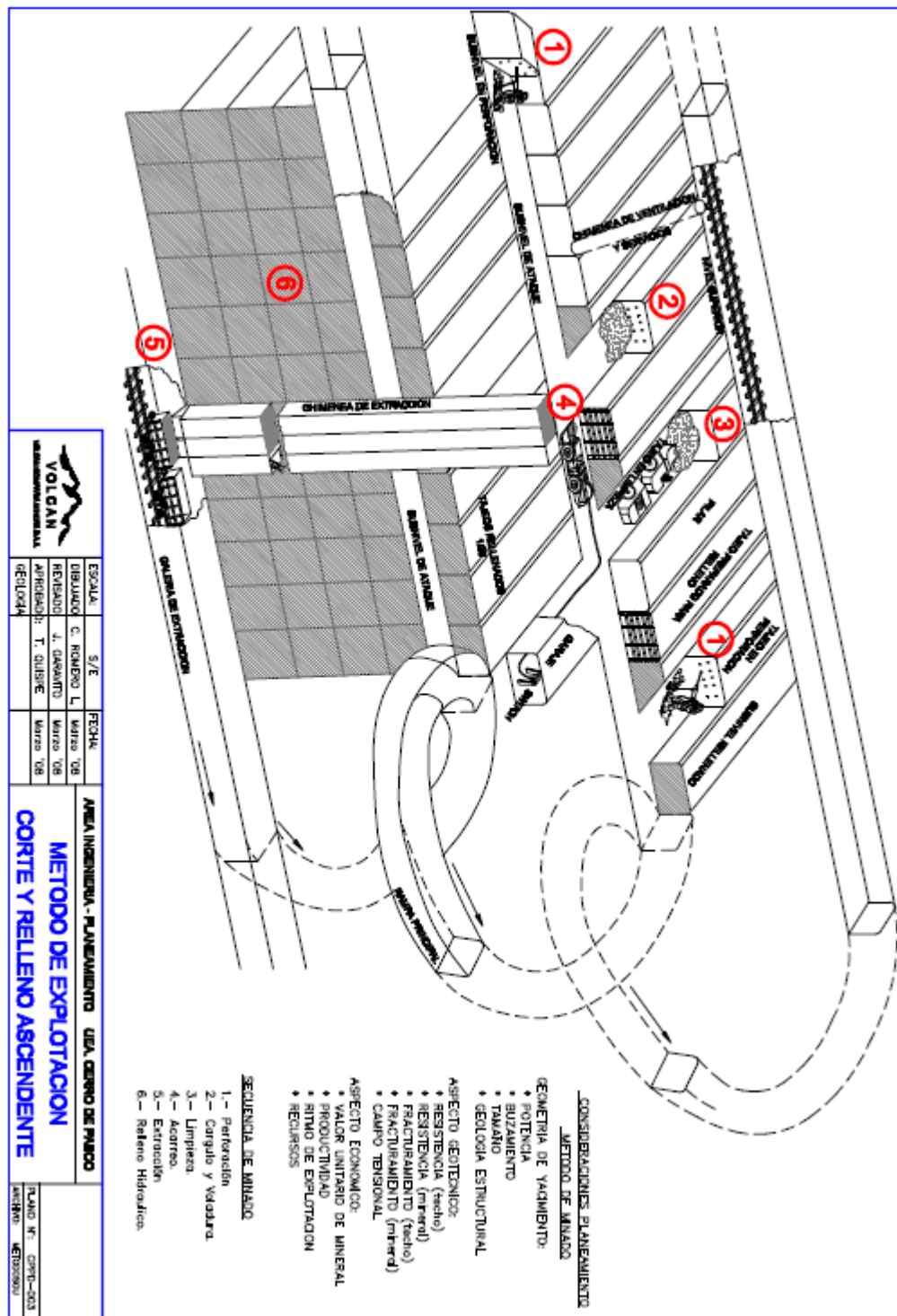
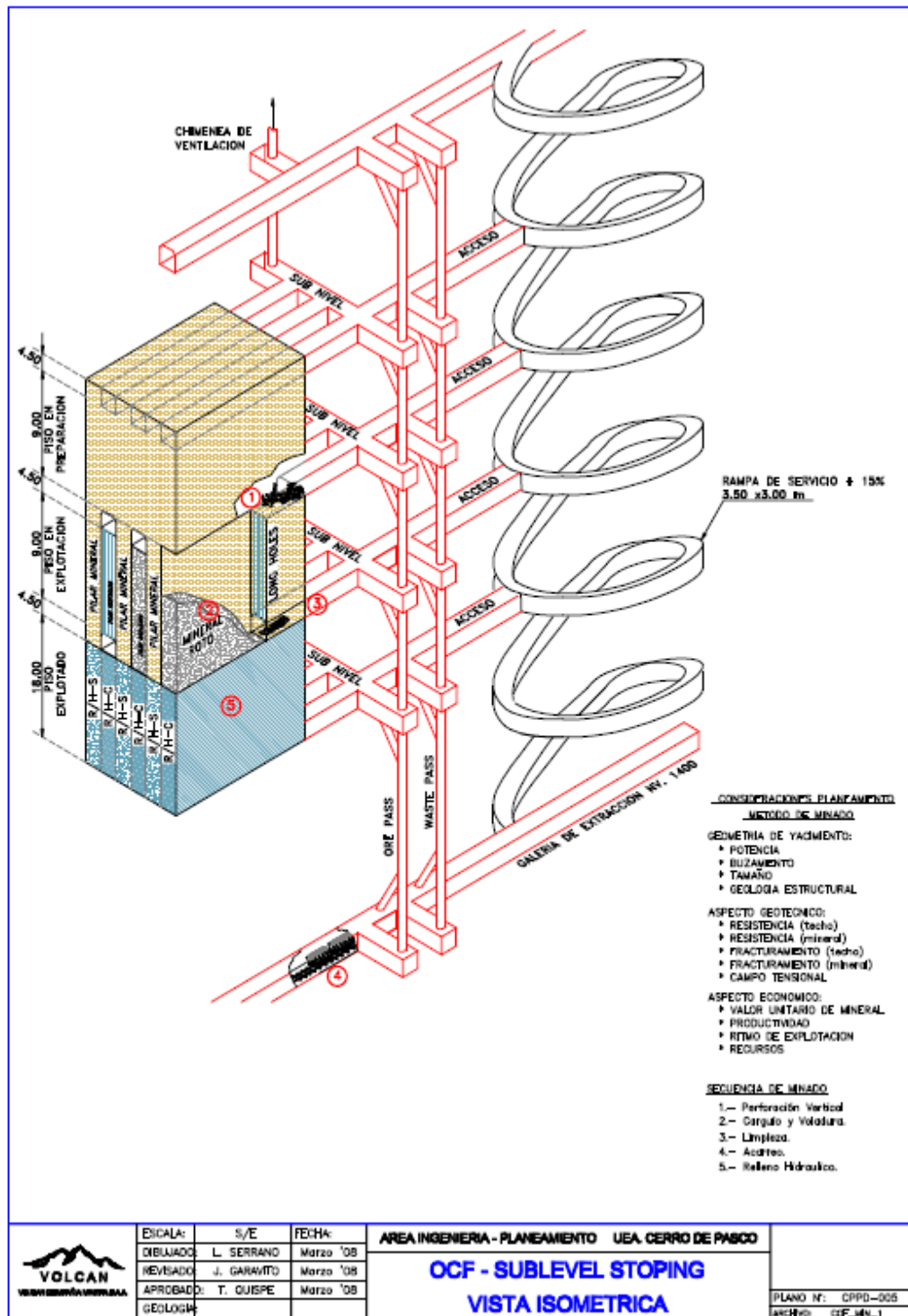


Figura 18

Método de explotación Sublevel Stopping

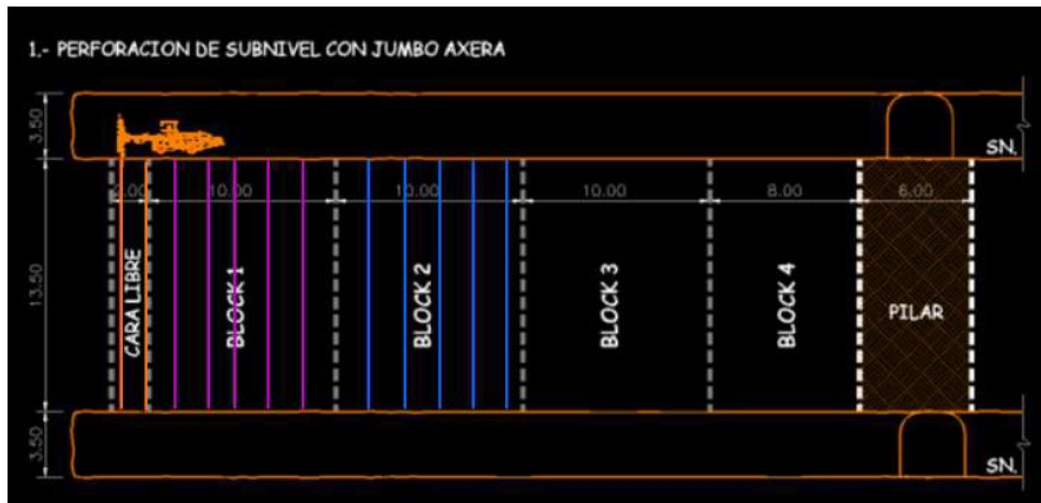


4.1.6. *Secuencia de explotación del método de Sublevel Stopping con taladros largos*

Primero: Perforación de los taladros largos desde el subnivel con Jumbo

Figura 19

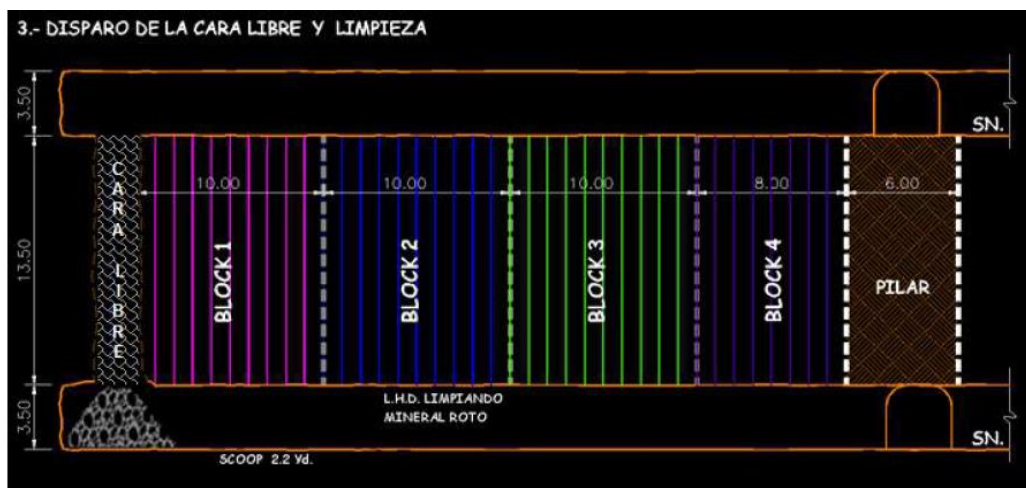
Perforación de los taladros largos



Segundo: Voladura de la cara libre

Figura 20

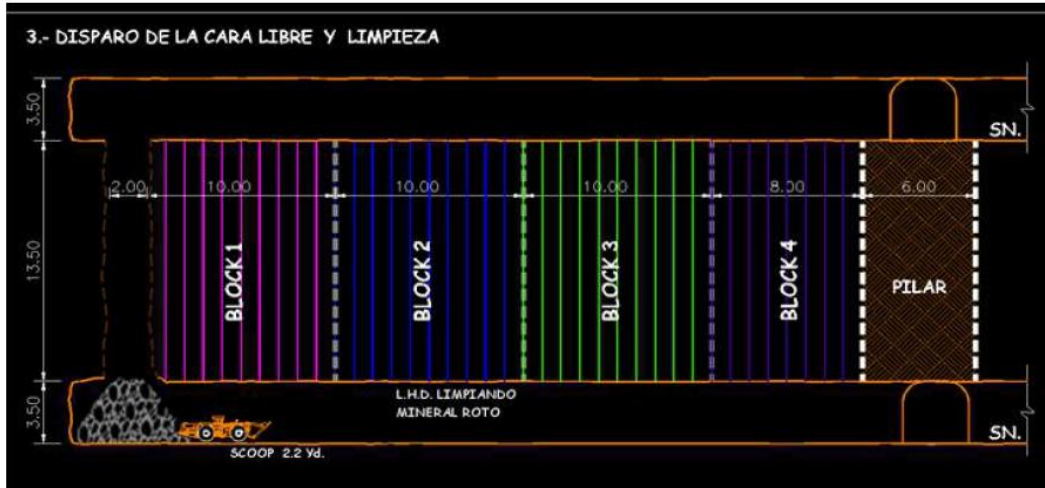
Voladura de la cara libre



Tercero: Limpieza de la cara libre

Figura 21

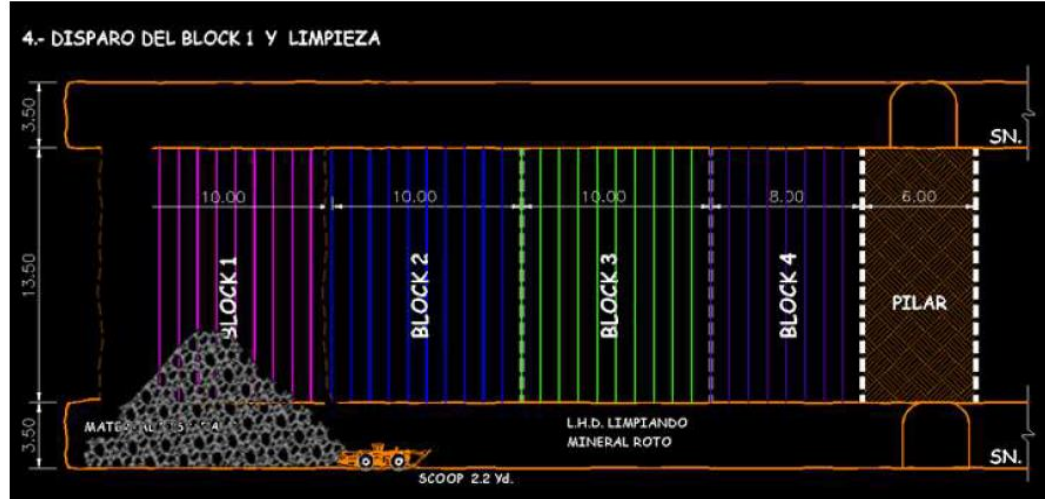
Limpieza de la cara libre



Cuarto: Disparo y limpieza del primer Block 1

Figura 22

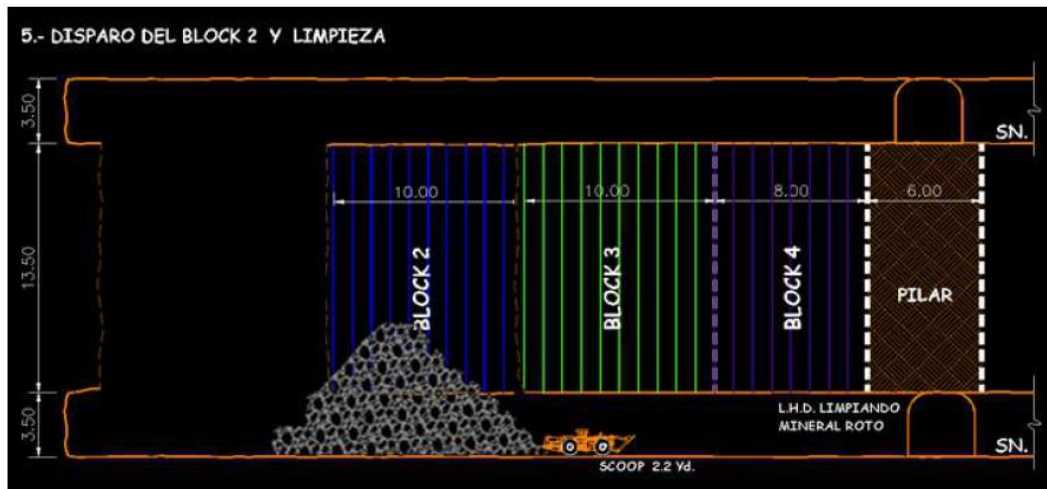
Disparo y limpieza del primer Block 1



Quinto: Disparo y limpieza del Block 2

Figura 23

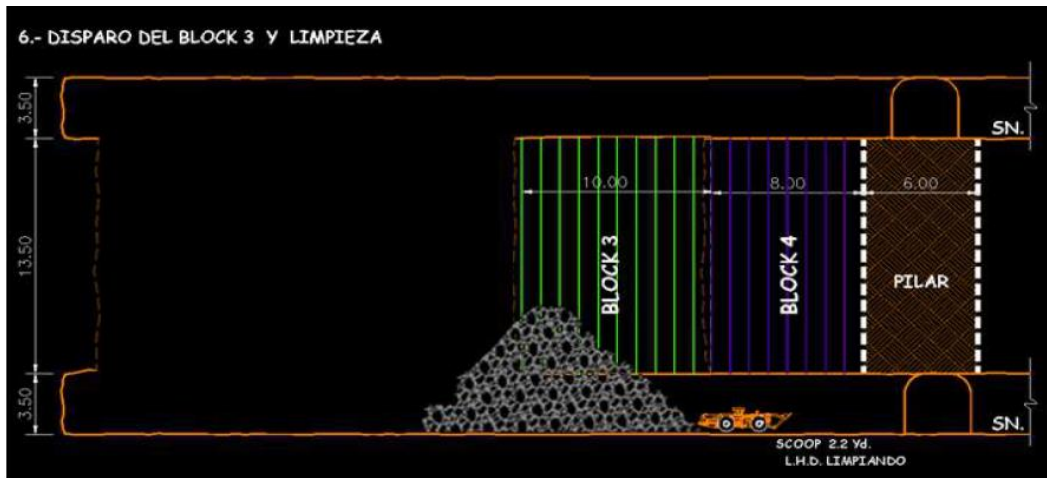
Disparo y limpieza del Block 2



Sexto: Disparo y limpieza del Block 3

Figura 24

Disparo y limpieza del Block 3



Séptimo: Disparo y limpieza del Block 4

Figura 25

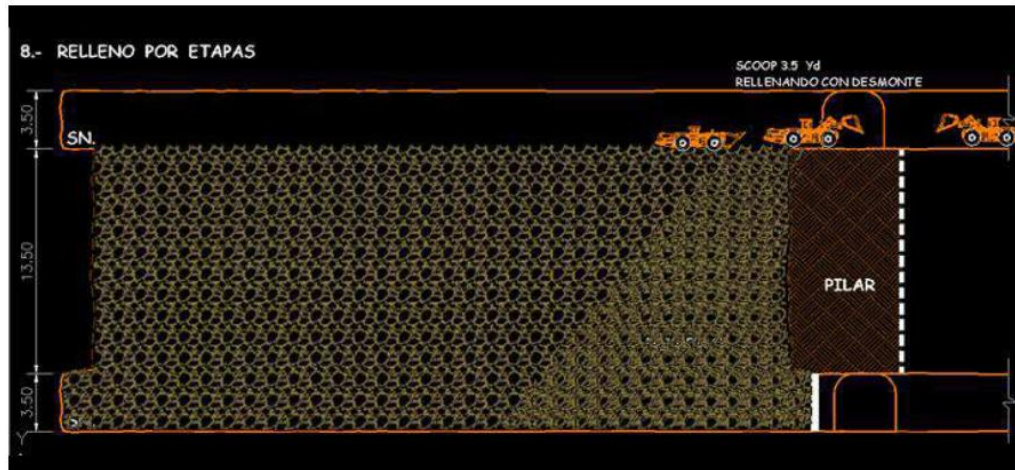
Disparo y limpieza del Block 4



Octavo: Relleno de cada Block por etapas

Figura 26

Relleno de cada Block por etapas



4.1.7. Equipo de perforación Simba 321

Los equipos usados para las perforaciones de taladros largos en las labores 5 perforadoras Simba: Simba 322, Simba 318, Simba 312, Simba 321, Simba 320, de marca Atlas Copco, con martillo de cabeza COP 1838; para que pueda operar este equipo deben existir ciertas condiciones básicas como son:

4.1.8. Condiciones de funcionamiento del equipo

Dentro de las condiciones para que el equipo pueda funcionar con normalidad tenemos las siguientes condiciones.

Seguridad en la labor:

El área de trabajo debe estar bien protegido de cualquier desprendimiento de roca, presencia de bancos colgados, rocas sueltas, el área de geomecánica debe indicar si se necesita sostenimiento y que tipo en el área donde va a trabajar el equipo.

Servicio eléctrico:

El voltaje requerido por el equipo para su funcionamiento durante la perforación, como mínimo es de 440 V., para poder trasladar al equipo la potencia del motor diesel es de 55 Kw

Tabla 4

Especificaciones eléctricas

ESPECIFICACIONES ELECTRICAS	
Potencia del Motor Diesel	55 Kw
Voltaje	389 V a 1000 V

Longitud de cable de alimentación:

“Desde la caja eléctrica hasta el equipo determinará el radio de alcance del equipo. En la tambora del equipo debe de haber dos vueltas de cable como mínimo ya que de lo contrario el equipo se desactiva con ello se evita el riesgo de romper el cable” (ATLAS COPCO, 2007)

Tabla 5

Diámetro y longitudes de cable de alimentación

LONGITUD DEL CABLE DE ALIMENTACION		
VOLTAJE	DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)
380-400V	44	80
380-400V	37	125
440-575V	38	105
440-575V	32	150
660-700V	34	140
660-700V	28	205
1000V	28	205

Figura 27

Cable eléctrico de alimentación



Alimentación del agua:

La presión de agua necesario para que funcionamiento del equipo es de 2 bares, con esta presión se activa el booster, el booster eleva la presión del

agua hasta 10 bares, y puede llegar el caudal hasta un máximo de 100 l/minuto

Servicio de aire

La disponibilidad de aire en el equipo es para el barrido mixto en la perforación y para el bañado de las piezas del equipo, generalmente se emplea el barrido mixto, lo cual podemos ahorrar hasta un 95 % del consumo de agua con respecto al sistema convencional.

La presión mínima para accionar el sistema es de 80 bares a 100 bares.

Equipo compresor

Este equipo sirve para lubricación de la perforadora y soplar los detritus de los taladros negativos.

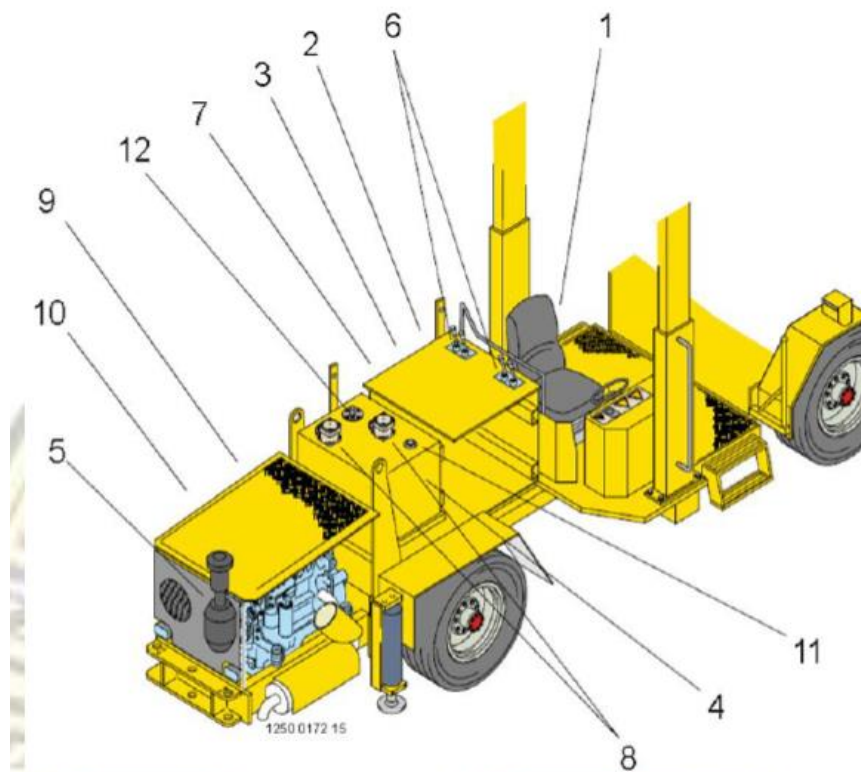
4.1.9. Características del equipo

- Las dimensiones de las labores recomendado son de 4m x 4m
- Radio de giro interno 5100 mm
- Radio de giro externo 2500/2700 mm
- Transporte del equipo siempre con el carrusel de forma vertical

Partes del Simba 321 Atlas Copco

Figura 28

Partes del Simba 321 Atlas Copco

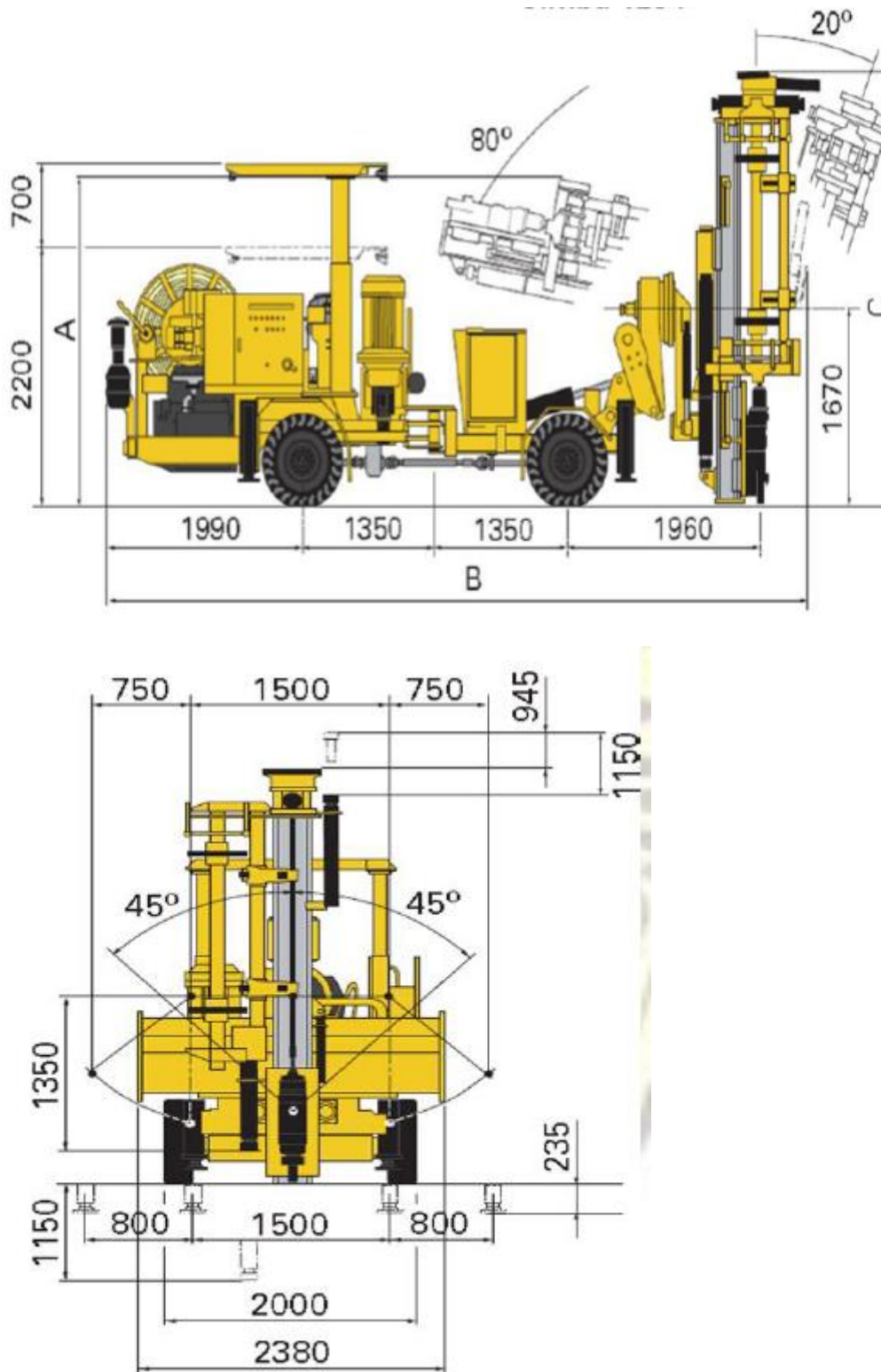


- 1 **Puesto de operario, panel de conducción**
- 2 **Desconector de la batería**
- 3 **Caja de batería**
- 4 **Depósito de aceite hidráulico**
- 5 **Filtro de aire, motor diésel**
- 6 **Palancas de maniobra, techo de protección y tambor de cable**
- 7 **Repostaje de aceite hidráulico**
- 8 **Filtro de retorno, sistema hidráulico**
- 9 **Repostaje de aceite diésel**
- 10 **Depósito de aceite para diésel**
- 11 **Filtro de respiración, depósito de aceite hidráulico**
- 12 **Filtro de aspiración, depósito de aceite hidráulico**

Dimensiones y posibilidades de movimiento del Simba 321

Figura 29

Dimensiones y posibilidades de movimiento del Simba 321



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Los pasos que se sigue al determinar la desviación de los taladros en la perforación de los taladros largos son:

Paso 1: Diseño de los taladros

Este proceso está a cargo del área de planeamiento de la mina en coordinación con el área de geología.

El área de geología entrega al área de planeamiento información mediante cortes en sección del contorno y modelamiento de la veta, cuerpo a perforar.

En los planos de sección vista en planta de cada nivel, se ubica el punto de perforación de cada taladro a perforar tanto en metraje como en ángulo de perforación.

Figura 30

Diseño de taladros largos

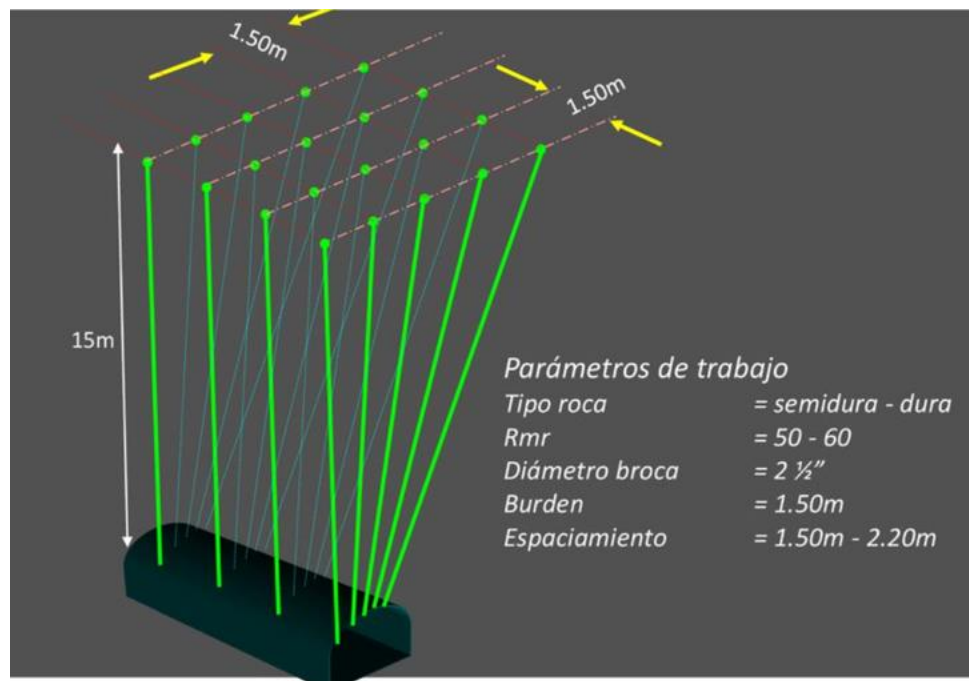
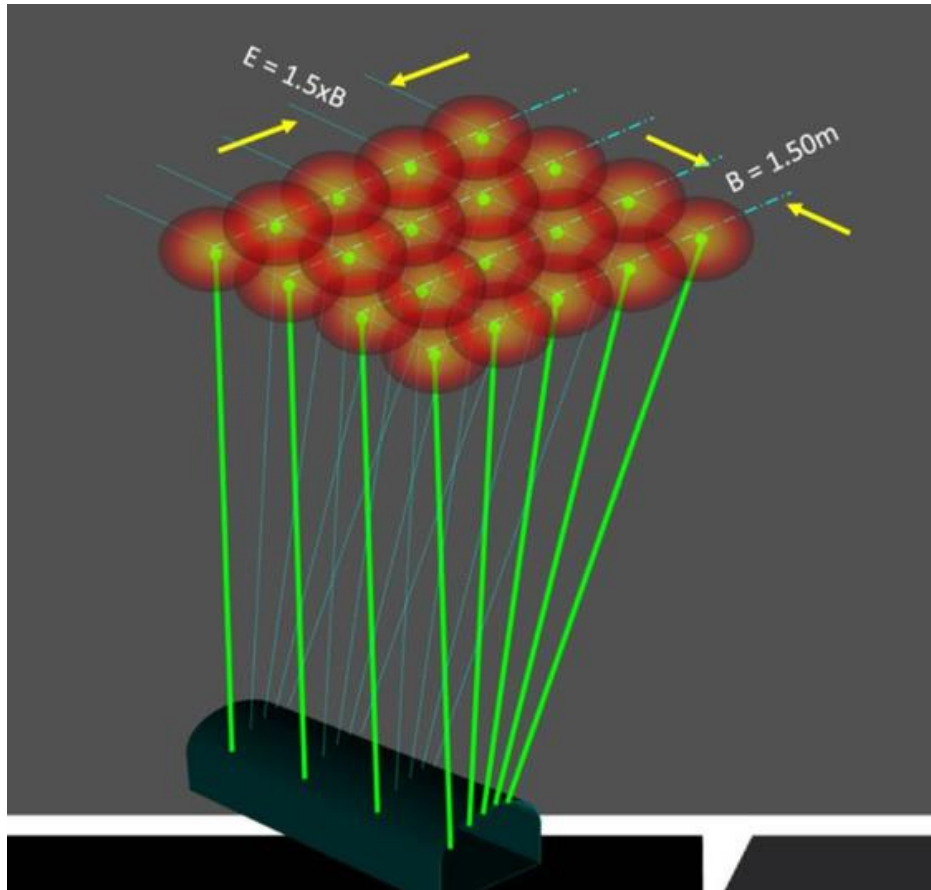


Figura 31

Distribución de la energía nominal



Paso 2: Pintado de los taladros

De este trabajo se encarga el área de topografía, para lo cual se debe contar con las coordenadas de cada taladro, procediendo a pintar los taladros en cada sección a perforar

Paso 3: Perforación de taladros

Contando con todos los elementos necesarios para realizar la perforación se procede a la perforación, para lo cual se proporcionará al perforista los planos de diseño de los taladros donde se indica la longitud y el ángulo de cada taladro a perforar.

Paso 4: Medición de la desviación de cada taladro

Este trabajo lo realiza el área de topografía, contando con todos los instrumentos de medición de la desviación.

El equipo DeviShot permite medir y almacenar la información de cada taladro medido, tanto de su inclinación, ubicación y longitud de perforación.

Figura 32

Equipo Devishot



Figura 33

Instalación del Equipo Devishot



Figura 34

Programación del Equipo Devishot

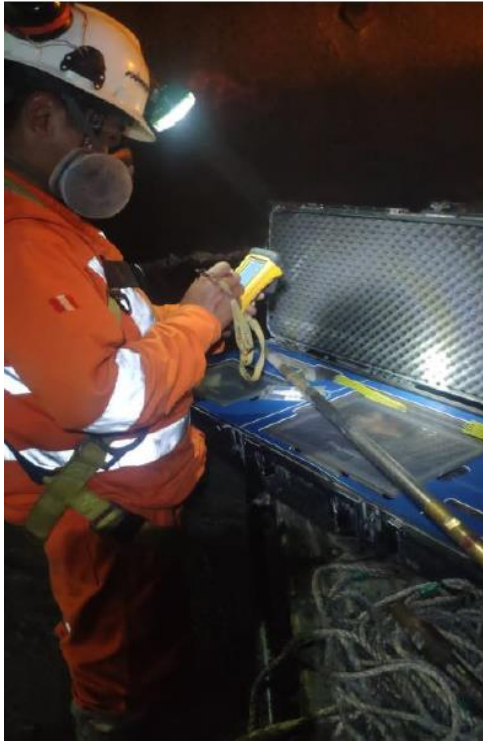


Figura 35

Posicionamiento para medir la desviación de los taladros con el Devishot



Figura 36

Proceso de Medición y registro de la desviación de taladros con equipo Devishot



Figura 37

Desviación en el burden y espaciamiento

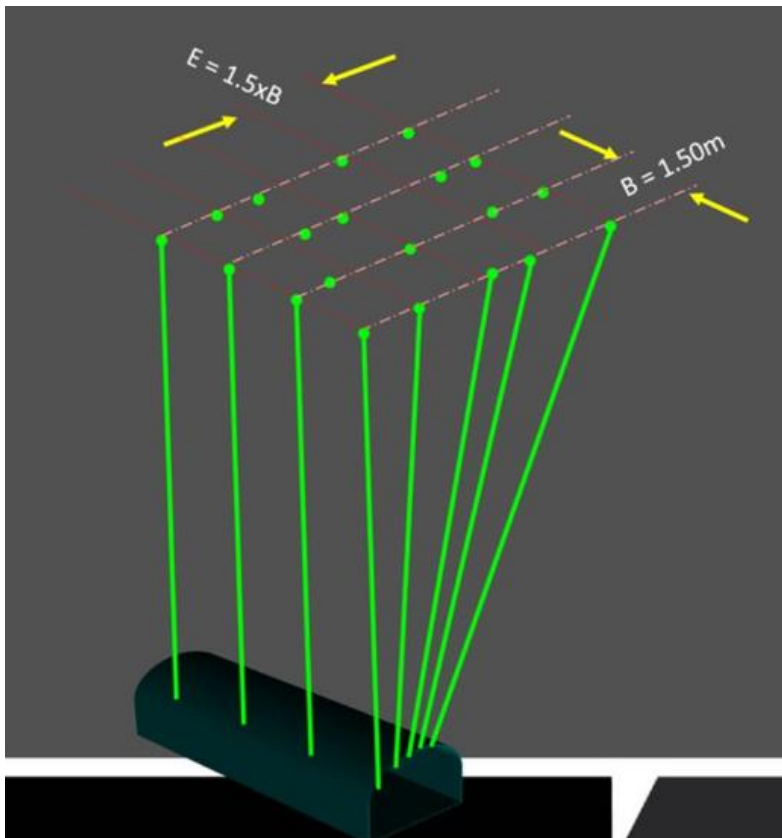
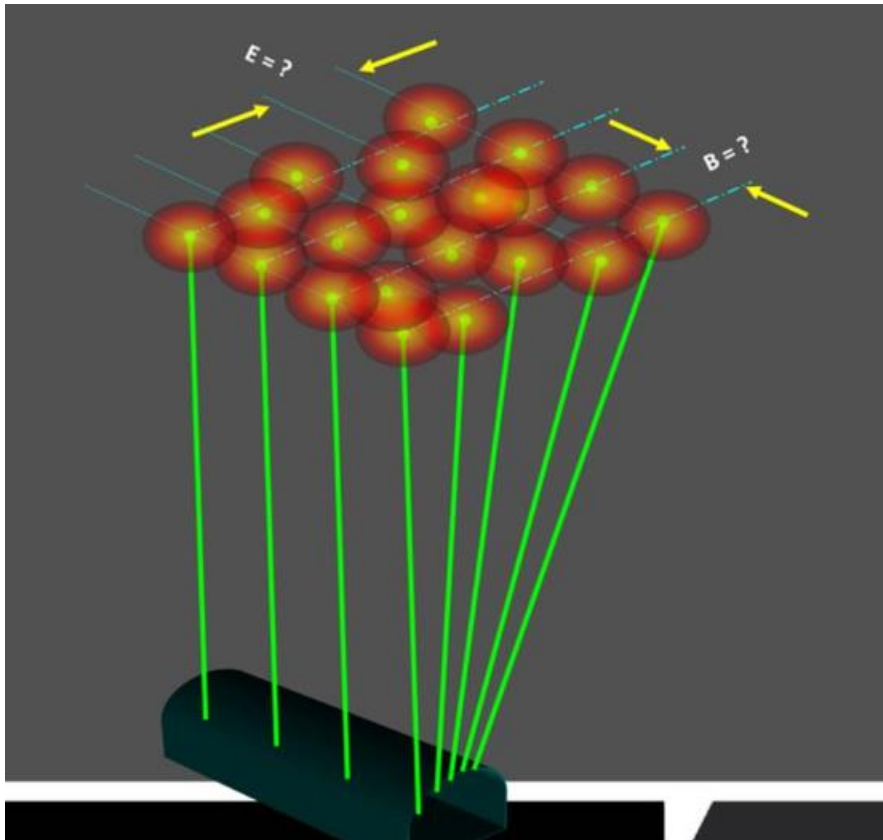


Figura 38

Distribución de energía real



Paso 5: Análisis de datos obtenidos

Se encarga el área de topografía, recopilando los datos de los taladros medidos en el campo procedemos a su análisis.

Se almacena los datos en la computadora, luego mediante el software del devishot se determina los valores de cada taladro en cuanto a su ubicación, inclinación y azimut.

Estos datos se pasan a Excel para poder determinar la desviación de cada taladro, lo cual está en función de las coordenadas proyectadas y las coordenadas obtenidas.

Paso 6: Comparación de resultados

Procedemos a realizar un cuadro comparativo de la medición de los taladros en cuanto a su desviación. Del total de taladros y poder ver visualizar en forma global las desviaciones de las perforaciones y realizar los reajustes necesarios.

4.3. Prueba de hipótesis

“Cuando se tiene una perforación óptima, la desviación de los taladros están por debajo del límite técnico aceptable (2%), y el resultado de la voladura también es óptima, reduciendo el daño a la caja techo y piso, producto de las vibraciones generadas por los explosivos. Disminuyendo así la dilución que se genera por la sobre rotura en los tajos de taladros largos Sub Level Stopping”

“En la presente investigación; se realizaron mediciones en campo con el Equipo Devishot y posterior análisis de datos por medio del Software Devishot. Dichas mediciones se realizaron en los Tajos Sub Level Stopping (Taladros largos)”.

4.3.1. Elección de los tajos

Durante nuestra investigación realizamos mediciones de desviación con el equipo DEVISHOT en taladros negativos, dichas mediciones se realizaron en los tajos de taladros largos como: Tj SP6 2E, Tj 79 E5, Tj 67 – 5/4, Tj 313, Tj 80-1 1/0, Tj 80-22/1, sumando un total de 26 taladros medidos, de los cuales se detalla lo siguiente:

4.3.2. Medición de Desviación en el Tajo SP6 2E Nv 1370.

Se realiza la medición de 4 tal. Negativos, la perforación lo realiza SIMBA322

los resultados se muestran en el siguiente cuadro

Tabla 6

Medición de Desviación en el Tajo SP6 2E Nv 1370.

Medición de Desviación en el Tajo SP6 2E Nv 1370.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj SPG 2E	F-23-T55	15.50	0.31	0.90	0.48	1.02	6.58%	
Tj SPG 2E	F-23-T55	15.50	0.31	0.05	0.12	0.13	0.84%	
Tj SPG 2E	F-23-T55	15.50	0.31	0.39	0.35	0.52	3.38%	
Tj SPG 2E	F-23-T55	15.50	0.31	0.13	0.46	0.48	3.08%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								4
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								3.5%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								3 75.0%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								1 25.0%

Figura 40

Vista en planta - FILA 24 Tj SP6

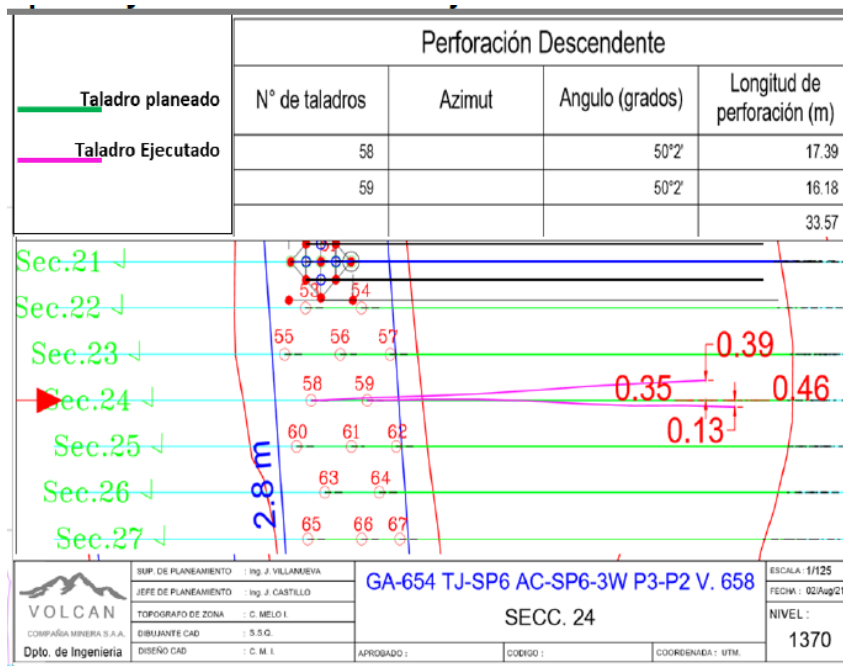
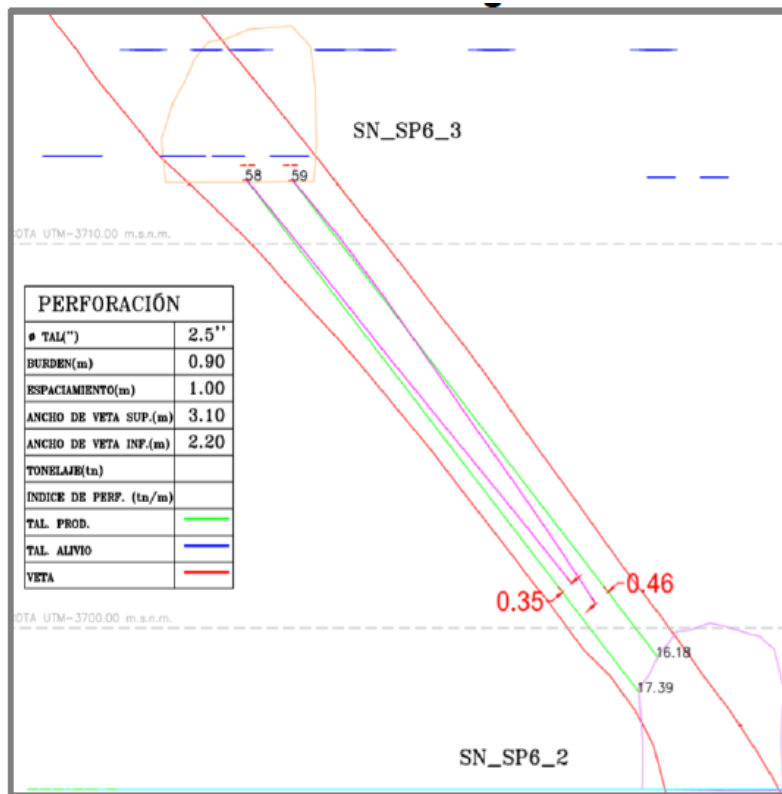


Figura 41

Vista en sección - FILA 24 Tj SP6



4.3.3. Medición de Desviación en el Tajo 79 Nv 1320.

Se realiza la medición de 2 tal. Negativos, la perforación lo realiza SIMBA318 Los resultados se muestran en el siguiente cuadro

Tabla 7

Medición de Desviación en el Tajo 79 Nv 1320

Medición de Desviación en el Tajo 79 Nv 1320.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 79 5-4	F-75-T151	15.50	0.31	0.90	0.48	1.02	6.58%	
Tj 79 5-4	F-75-T151	15.50	0.31	0.05	0.12	0.13	0.84%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								2
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								11.2%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								2 100%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Figura 42

Vista en planta - FILA 75 Tj 79

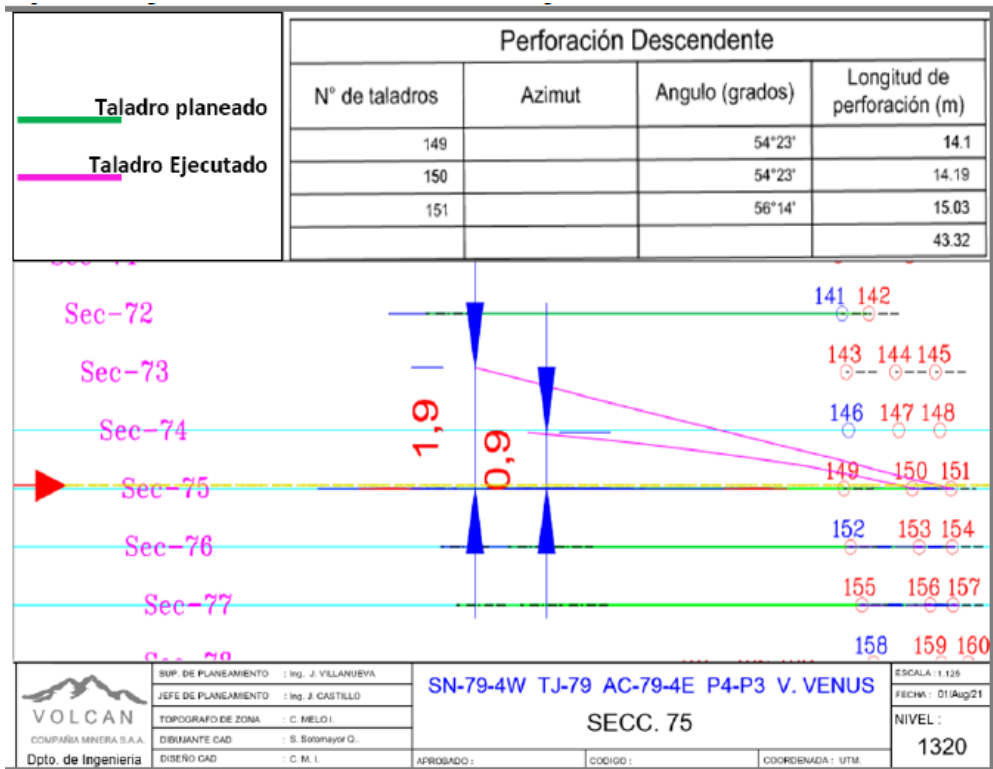
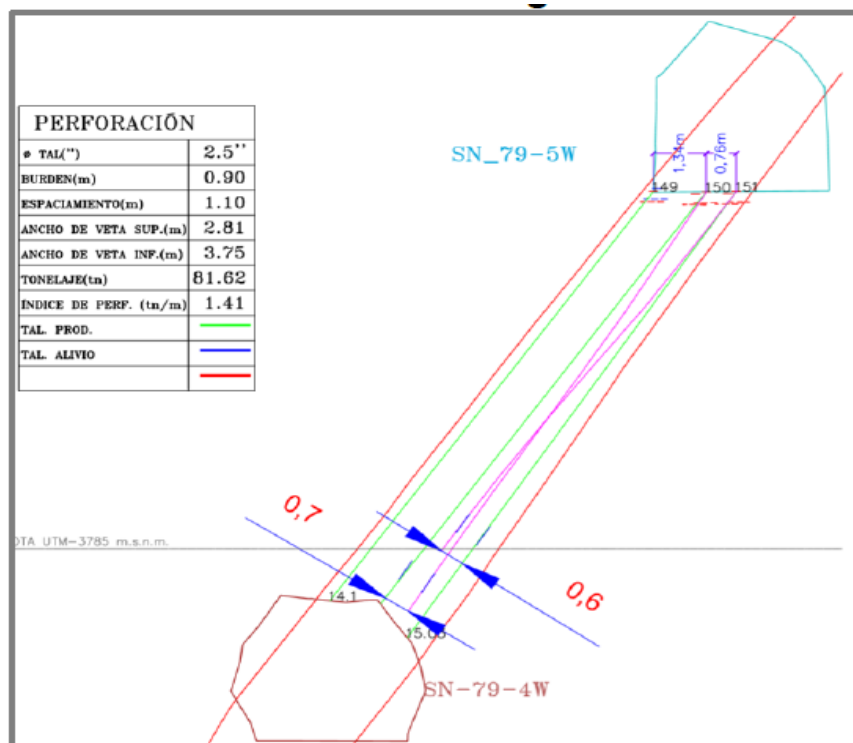


Figura 43

Vista en sección - FILA 75 Tj 79



Medición de Desviación en el Tajo 67 P5-P4 Nv 1270.

Se realiza la medición de 3 tal. Negativos, la perforación lo realiza con SIMBA312

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 8

Desviación en el Tajo 67 P5-P4 Nv 1270

Medición de Desviación en el Tajo 67 P5-P4 Nv 1270.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 67E	F-64-T28	16.00	0.32	0.93	2.87	3.02	18.86%	
Tj 67E	F-64-T27	16.00	0.32	1.80	0.86	1.99	12.47%	
Tj 67E	F-64-T30	16.00	0.32	1.74	1.01	2.01	12.57%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								3
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								14.6%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								3 100.0%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Figura 44

Vista en planta Fila 64 Tj 67E

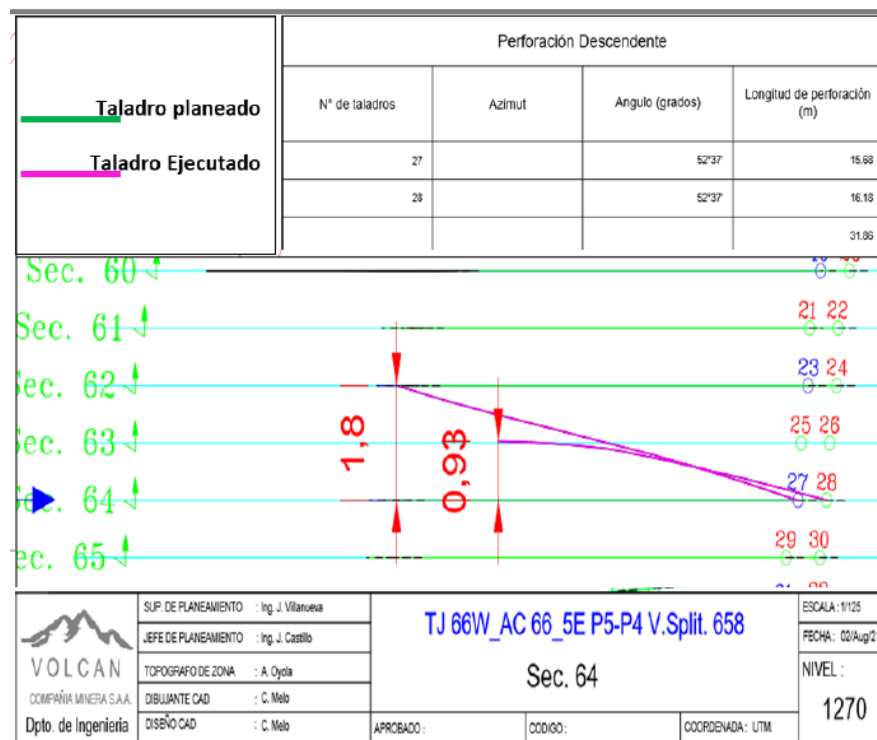
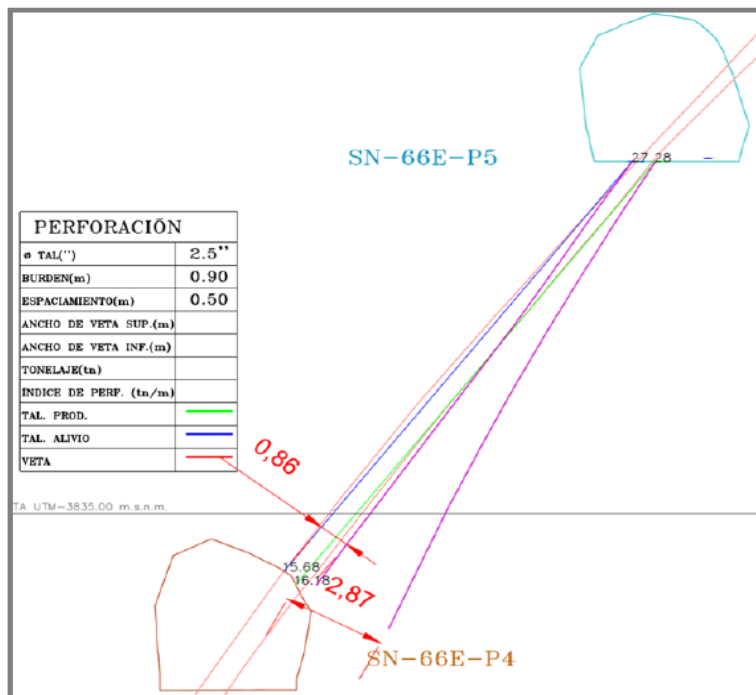


Figura 45

Vista en sección Fila 64 Tj 67E



4.3.4. Medición de Desviación en el Tajo 313 Nv 780.

Se realiza la medición de 4 tal. Negativos, la perforación lo realiza con SIMBA321

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro

Tabla 9

Desviación en el Tajo 313 Nv 780

Medición de Desviación en el Tajo 313 Nv 780.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 313	F-06-T13	15.00	0.30	0.34	1.14	1.19	7.93%	
Tj 313	F-06-T14	15.00	0.30	0.45	0.82	0.94	6.24%	
Tj 313	F-08-T17	15.00	0.30	0.40	0.71	0.81	5.43%	
Tj 313	F-08-T18	15.00	0.310	0.36	0.78	0.86	5.73%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								4
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								6.3%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								4 100%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Figura 46

Vista en planta Fila 06 Tj 313

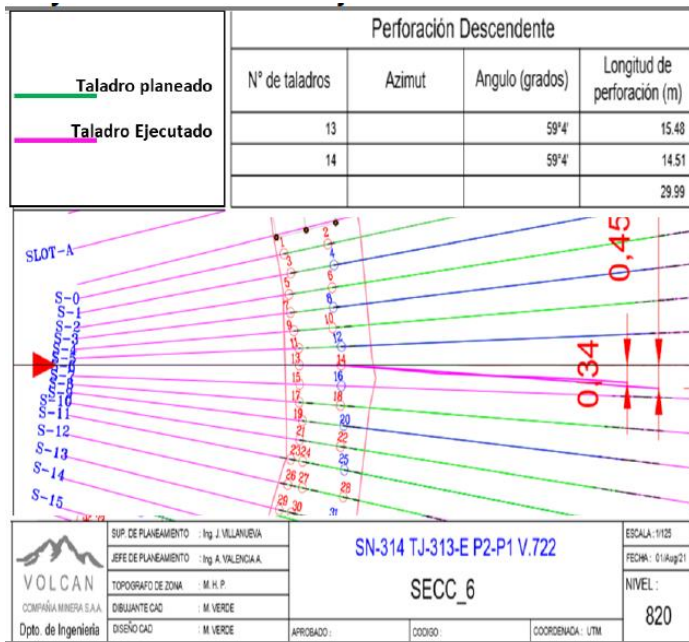


Figura 47

Vista en sección Fila 06 Tj 313

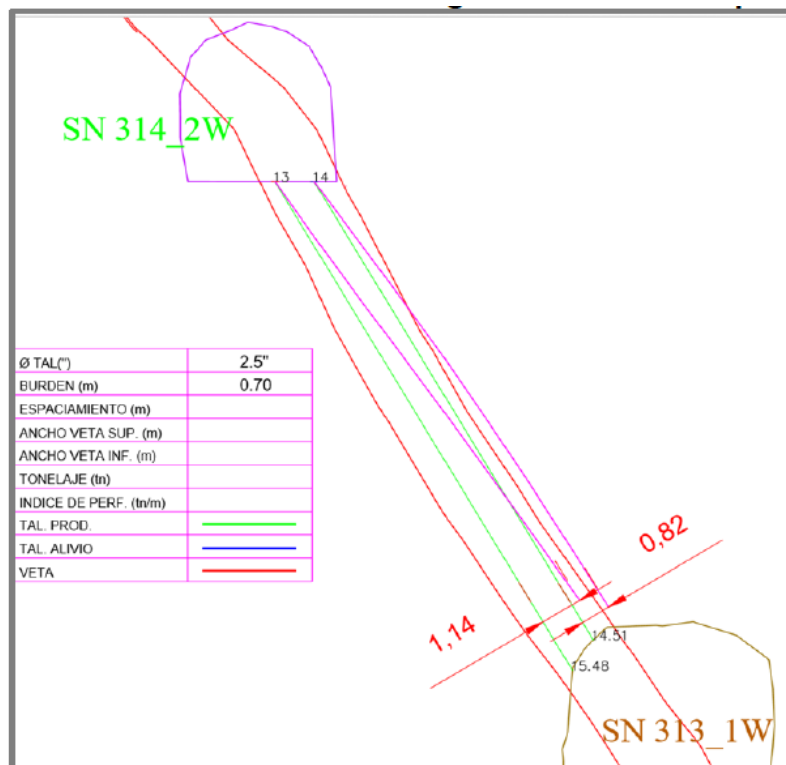


Figura 48

Vista en planta Fila 08 Tj 313

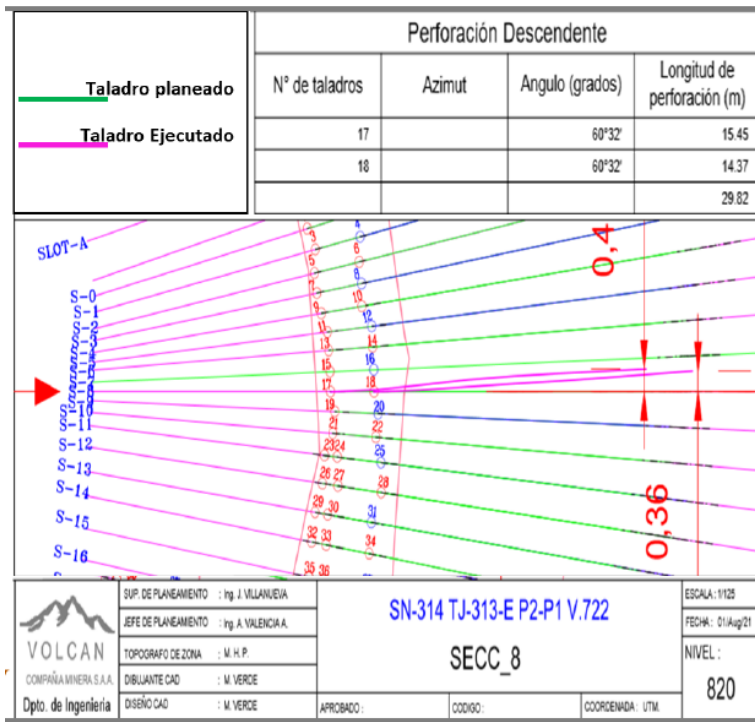
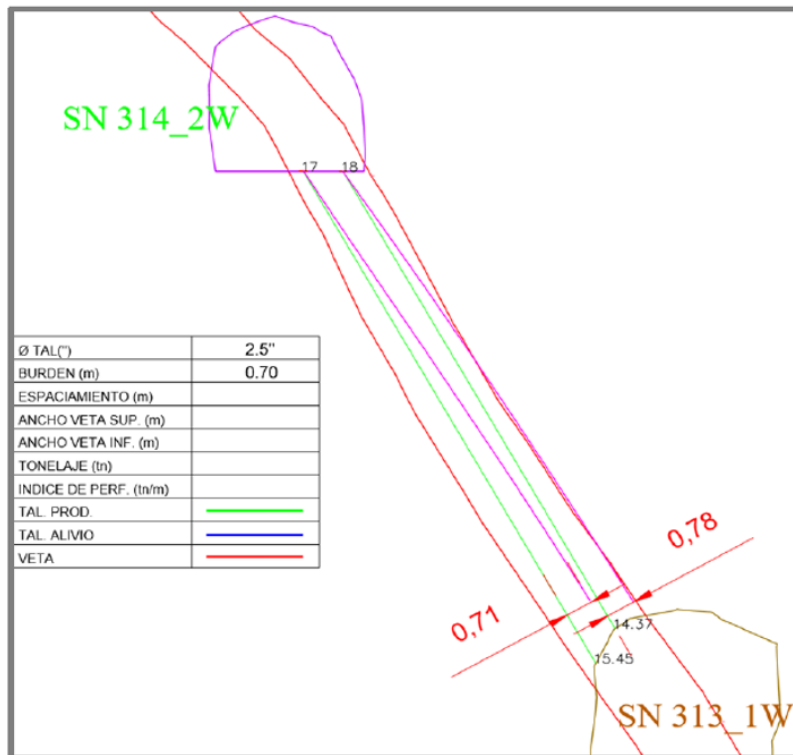


Figura 49

Vista en sección Fila 08 Tj 313



4.3.5. Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1-P0 Nv 820.

Se realiza la medición de 6 tal. Negativos, la perforación lo realiza con SIMBA312

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro

Tabla 10

Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820

Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 80E 1-0	F-31-T61	12.00	0.24	0.27	2.56	2.57	21.45%	
Tj 80E 1-0	F-31-T62	12.00	0.24	0.19	1.11	1.13	9.38%	
Tj 80E 1-0	F-32-T63	12.00	0.24	0.05	2.25	2.25	18.75%	
Tj 80E 1-0	F-32-T64	12.00	0.24	0.40	1.60	1.65	13.74%	
Tj 80E 1-0	F-33-T65	12.00	0.24	0.19	2.59	2.60	21.64	
Tj 80E 1-0	F-33-T66	12.00	0.24	0.10	2.46	2.46	20.52	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								6
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								17.6%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								6 100%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Figura 50

Vista en planta Fila 31 Tj 80E

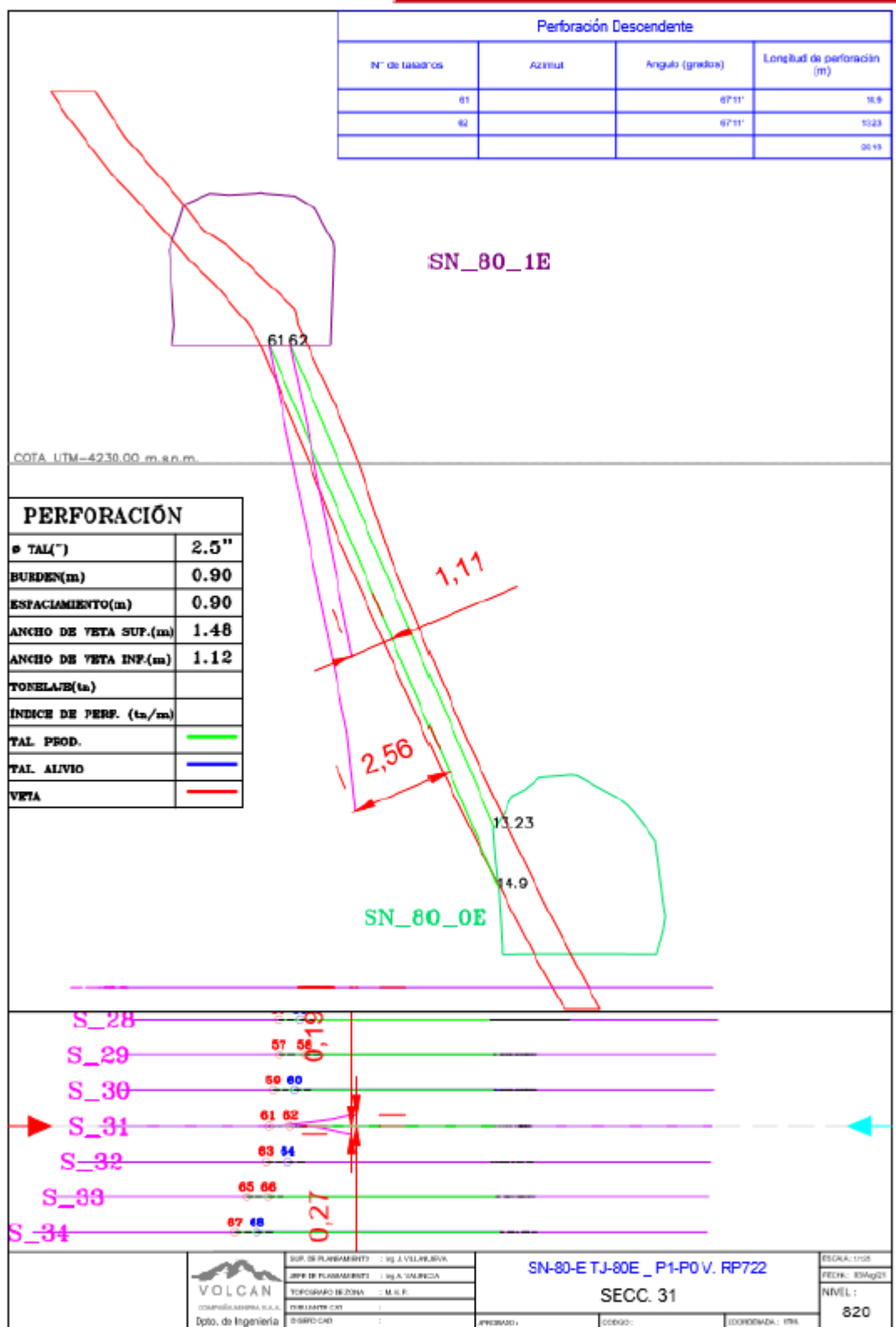


Figura 51

Vista en planta Fila 32 Tj 80E

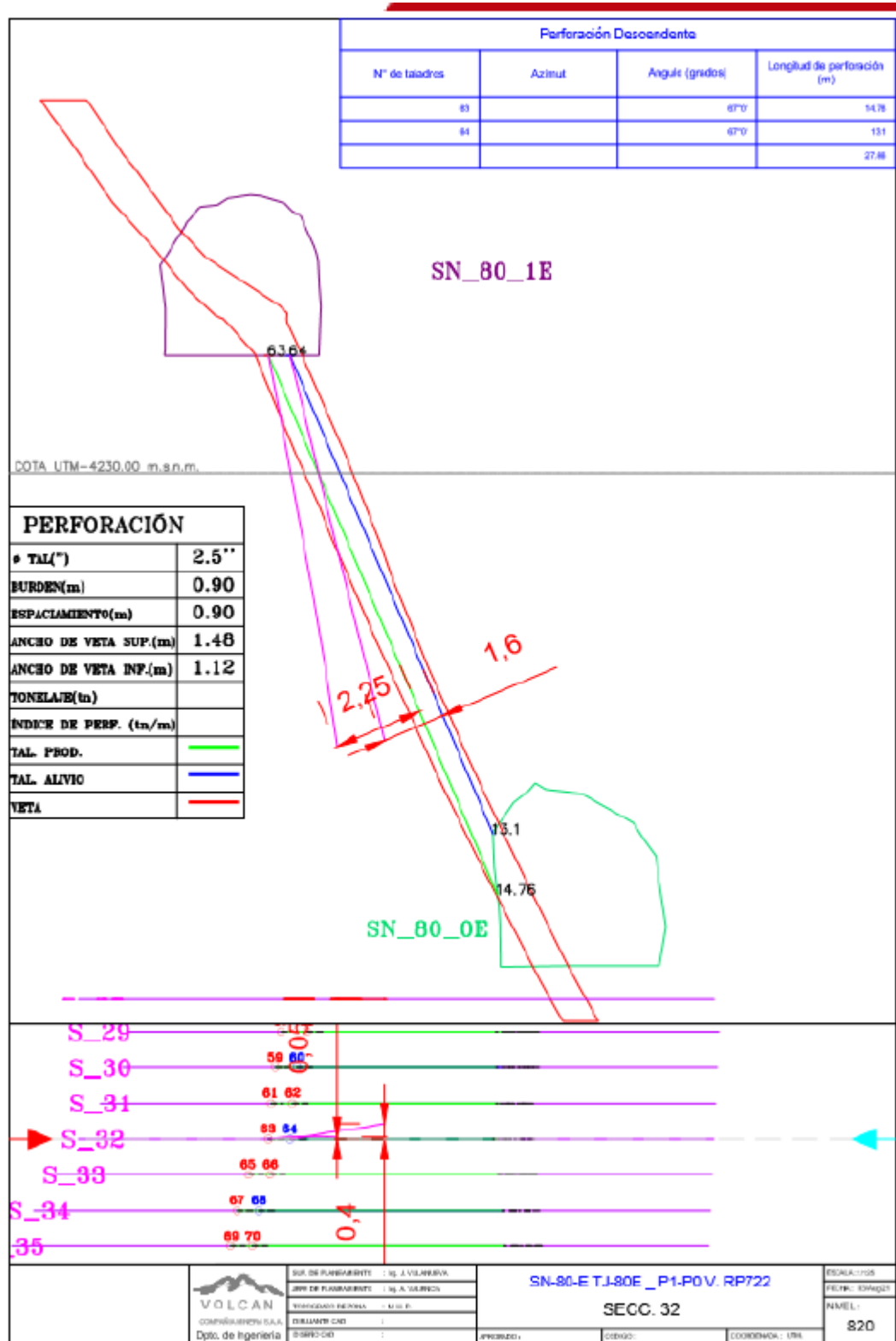
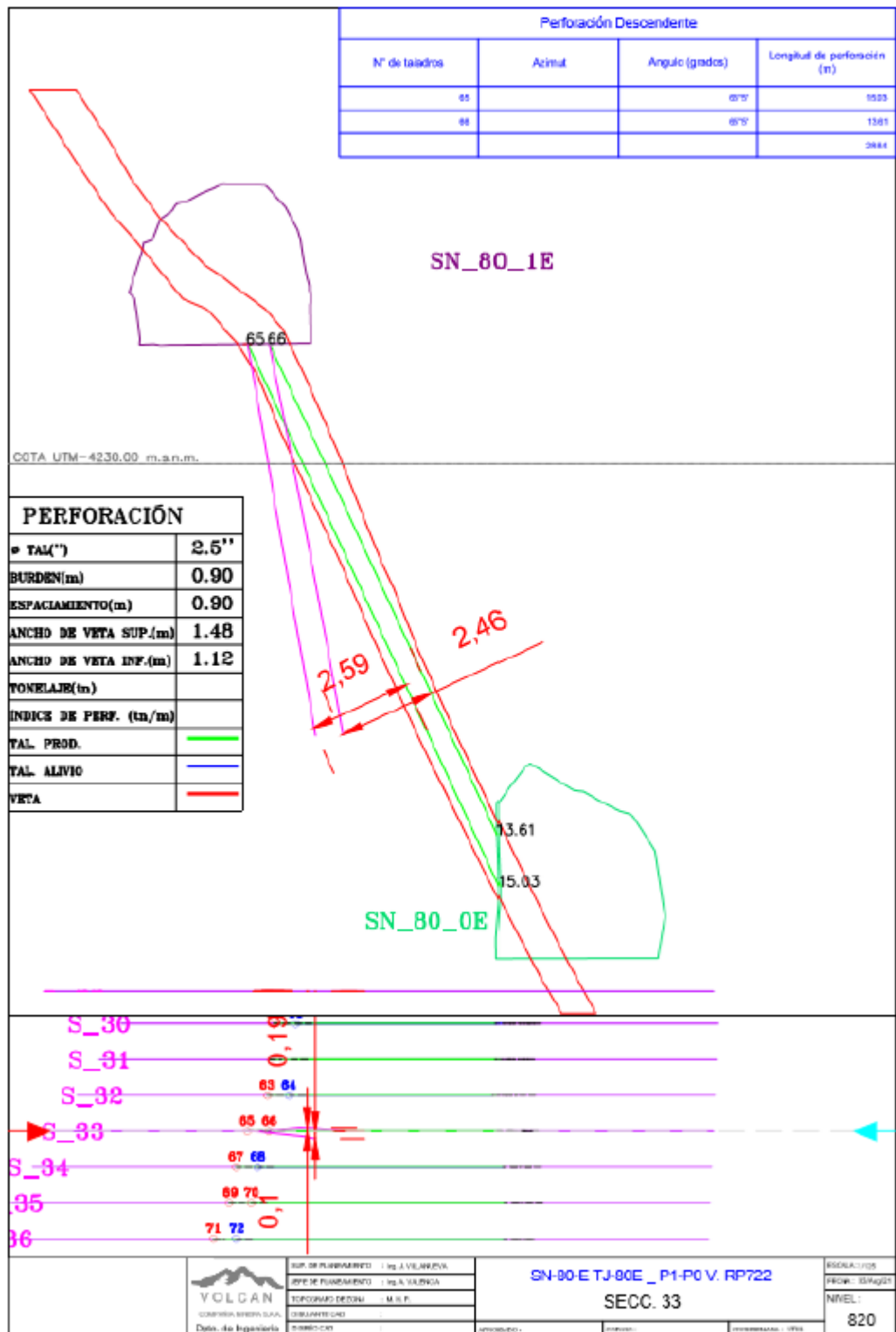


Figura 52

Vista en sección y planta Fila 33 Tj 80E



4.3.6. *Medición de Desviación en el Tajo 81 P2-P1 Nv 820.*

Se realiza la medición de 6 tal. Negativos, la perforación lo realiza con SIMBA320

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro

Tabla 11

Desviación en el Tajo 81 P2-P1 Nv 820

Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 81 2-1	F-56-T125	15.00	0.30	0.58	0.10	0.59	3.92%	
Tj 81 2-1	F-56-T126	15.00	0.30	0.81	0.89	1.20	8.02%	
Tj 81 2-1	F-57-T127	15.00	0.30	0.74	0.35	0.82	5.46%	
Tj 81 2-1	F-57-T128	15.00	0.30	0.37	0.77	0.85	5.70%	
Tj 81 2-1	F-58-T129	15.00	0.30	0.05	0.21	0.22	1.44%	
Tj 81 2-1	F-58-T130	15.00	0.30	0.02	0.93	0.93	6.20%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								6
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								5.1%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								5 83%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								1 17%

Figura 53

Vista en sección y planta Fila 56 Tj 81 2-1

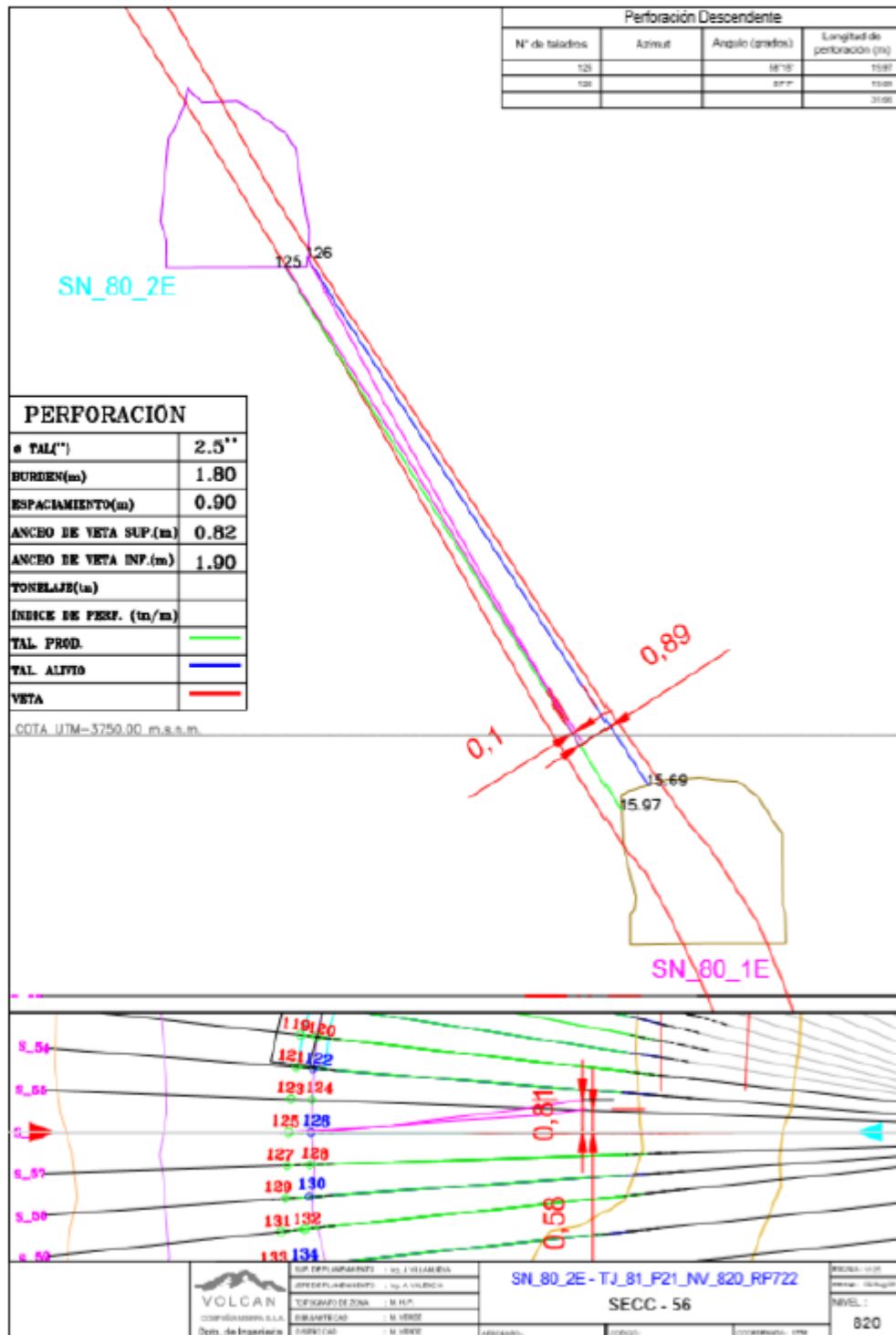


Figura 54

Vista en sección y planta Fila 57 Tj 81 2-1

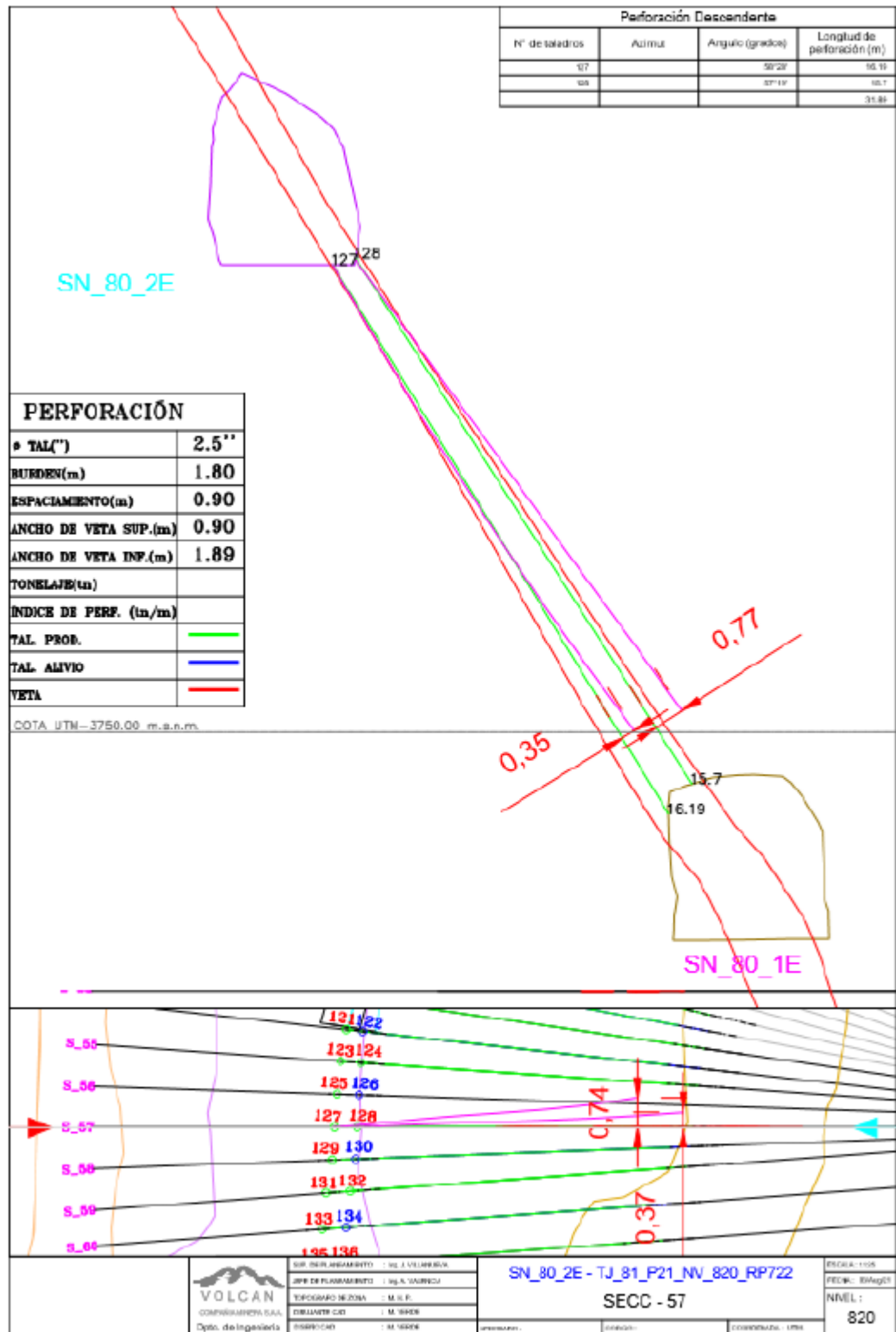
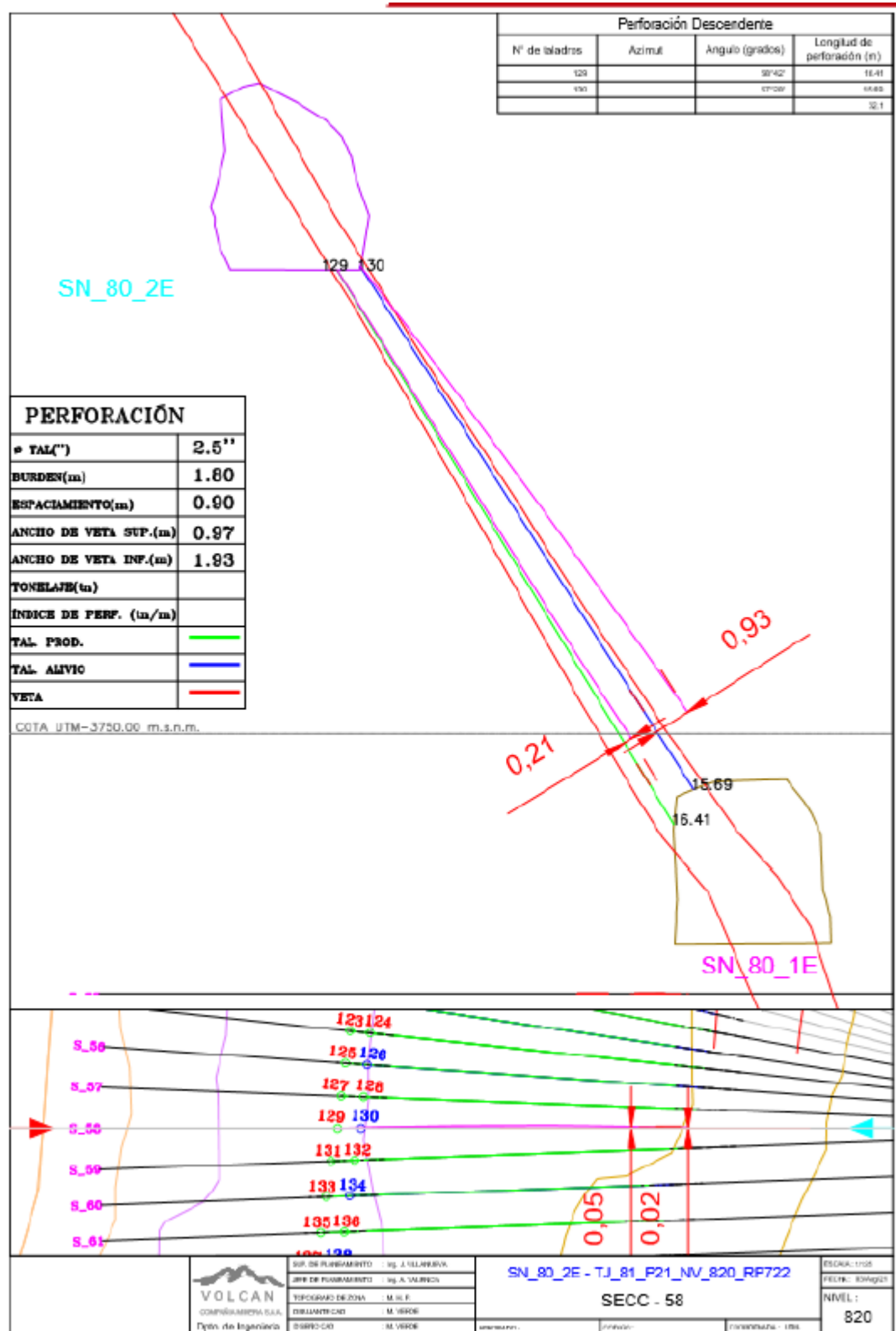


Figura 55

Vista en sección y planta Fila 58 Tj 81 2-1



4.3.7. Resumen de la desviación de los 25 taladros medidos en los tajos con DEVISHOT

Tabla 12

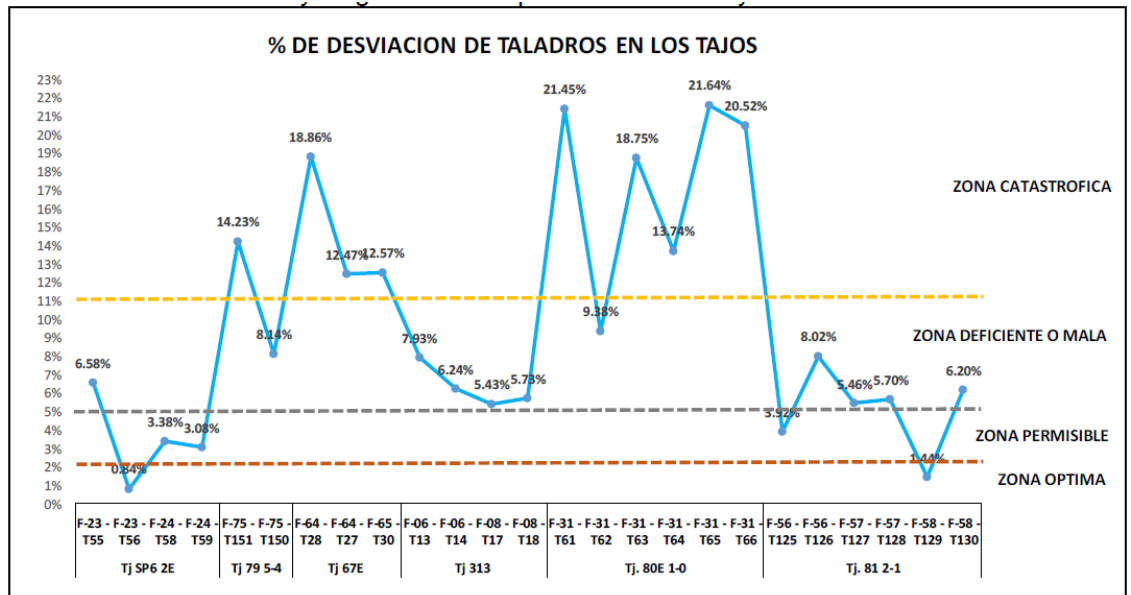
Resumen de la desviación de los 25 taladros medidos

Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj SP6 2E	F-23-T55	15.50	0.31	0.90	0.48	1.02	6.53%	
Tj SP6 2E	F-23-T56	15.50	0.31	0.05	0.12	0.13	0.84%	
Tj SP6 2E	F-24-T58	15.50	0.31	0.39	0.36	0.52	3.38%	
Tj SP6 2E	F-24-T59	15.50	0.31	0.13	0.46	0.48	3.08%	
Tj 79 5-4	F-75-T151	14.00	0.28	1.90	0.60	1.99	14.23%	
Tj 79 5-4	F-75-T150	14.00	0.28	0.90	0.70	1.14	8.14%	
Tj 67 E	F-64-T28	16.00	0.32	0.93	2.87	3.02	18.86%	
Tj 67 E	F-64-T27	16.00	0.32	1.80	0.86	1.99	12.47%	
Tj 67 E	F-65-T30	16.00	0.32	1.74	1.01	2.01	12.57%	
Tj 313	F-06-T13	15.00	0.30	0.34	1.14	1.19	7.93%	
Tj 313	F-06-T14	15.00	0.30	0.45	0.82	0.94	6.24%	
Tj 313	F-08-T17	15.00	0.30	0.40	0.71	0.81	5.43%	
Tj 313	F-08-T18	15.00	0.30	0.36	0.78	0.86	5.73%	
Tj 80E 1-0	F-31-T61	12.00	0.24	0.27	2.56	2.57	21.45%	
Tj 80E 1	F-31-T62	12.00	0.24	0.19	1.11	1.13	9.38%	
Tj 80E 1	F-31-T63	12.00	0.24	0.05	2.25	2.25	18.75%	
Tj 80E 1	F-31-T64	12.00	0.24	0.40	1.60	1.65	13.74%	
Tj 80E 1	F-31-T65	12.00	0.24	0.19	2.59	2.60	21.64%	
Tj 80E 1	F-31-T66	12.00	0.24	0.10	2.46	2.46	20.52%	
Tj 81 2-1	F-56-T125	15.00	0.30	0.58	0.10	0.59	3.92%	
Tj 81 2-1	F-56-T126	15.00	0.30	0.81	0.89	1.20	8.02%	
Tj 81 2-1	F-57-T127	15.00	0.30	0.74	0.35	0.82	5.46%	
Tj 81 2-1	F-57-T128	15.00	0.30	0.37	0.77	0.85	5.70%	
Tj 81 2-1	F-58-T129	15.00	0.30	0.05	0.21	0.22	1.44%	
Tj 81 2-1	F-58-T130	15.00	0.30	0.02	0.93	0.93	6.20%	
PROMEDIO								9.67%

La desviación de 25 taladros medidos con devishot. Se puede observar que hay una gran cantidad por encima del 5% y 11%

Figura 56

Porcentaje de desviación de los taladros



4.4. Discusión de resultado

Se ha realizado gráficos comparativos basada en la desviación generada por la perforación de taladros largos en los tajos

Los parámetros que se debe tener en cuenta son:

Tabla 13

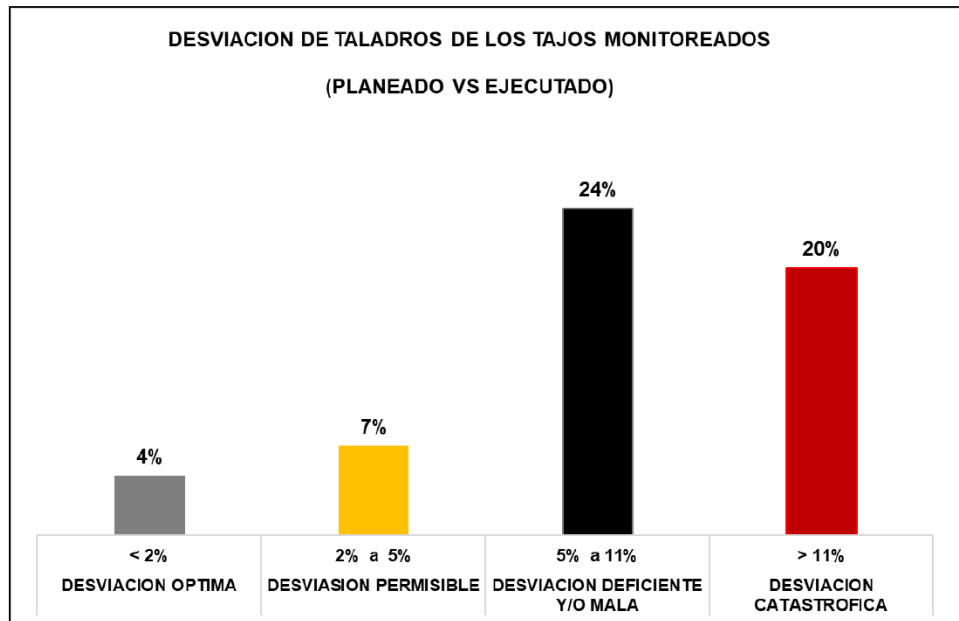
Parámetros a tener en cuenta

DESVIACION OPTIMA	< 2%
DESVIACION PERMISIBLE	2% a 5%
DESVIACION DEFICIENTE Y/O MALA	5% a 11%
DESVIACION CATASTROFICA	> 11%

Observamos que el mayor porcentaje está por encima de una desviación del 5 % como podemos observar en el cuadro siguiente.

Figura 57

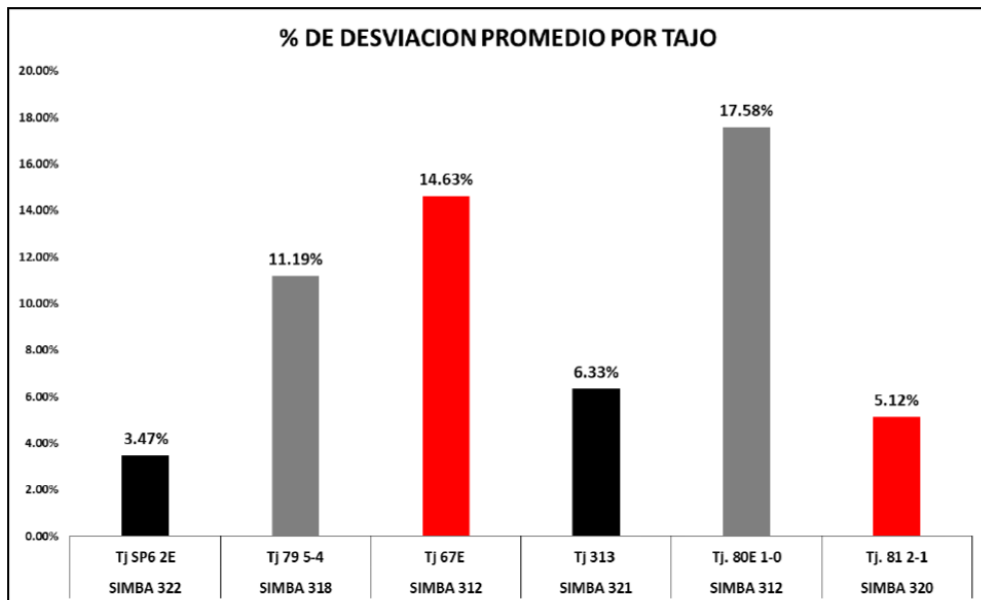
Desviación de taladros monitoreados



También observamos que la mayor desviación se halla en el tajo 80 -1E, perforado con la perforadora SIMBA 312.

Figura 58

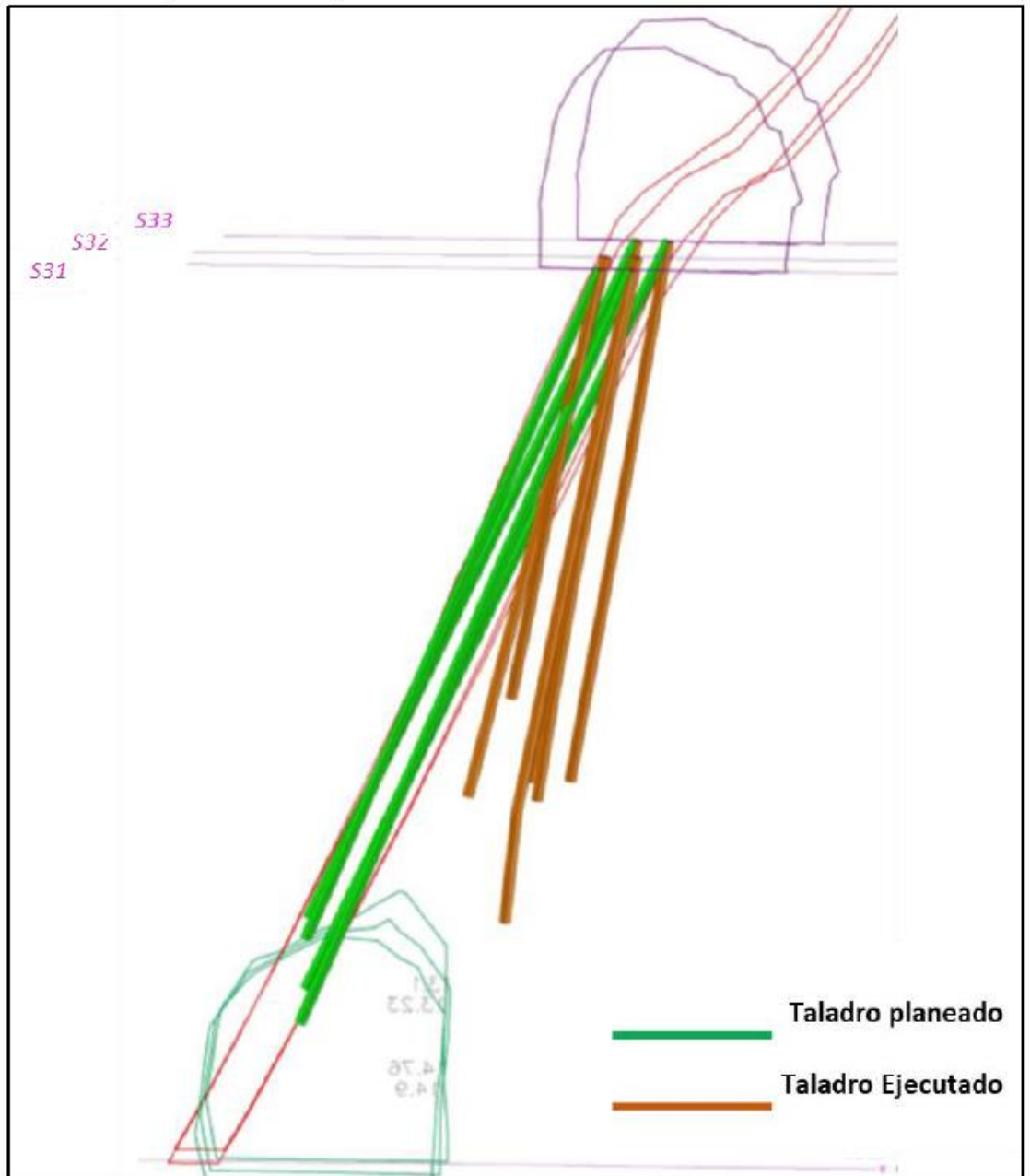
Porcentaje de desviación promedio por tajo



Mostramos los 6 taladros en 3D de la Sección 31 a 33 en el Tajo 80-1 P1-P0, se puede apreciar la vista en sección, así como una vista isométrica, en ambas vistas se aprecia la desviación que tienen

Figura 59

Desviación de los taladros en la Sección 31 a 33 en el Tajo 80-1 P1-P0



CONCLUSIONES

1. Se realizó la medición de 25 taladros perforados con los equipos Simba en los tajos de taladros largos. En cual la desviación promedio es de 9.67%, esta desviación está por encima de lo permisible (<5%).
2. Durante los trabajos realizados de instrumentación de levantamiento de taladros con DEVISHOT en los tajos, no se tubo taladros acumulados para realizar un trabajo a detalle, por lo que se tiene solo 25 taladros levantados.
3. La mayor desviación se da en sección, esto quiere decir que los equipos simbas incumplen el ángulo dado en el plano de perforación.
4. Las SIMBAS de 5pies tienen dificultades en posicionamiento de viga en labores reducidos y/o curvas, por lo tanto, no se perfora en el punto marcado ni con el ángulo establecido.
5. La mayor desviación fue en el tajo 80 -1E, el equipo que perforo fue el Simba 312.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener en cuenta el equipo de perforación, en los diseños de taladros largos.
2. Alinear bien la viga de perforación con las secciones pintadas en las labores, ya que eso minimizara la desviación.
3. Cuando se perfora en negativo se debe raspar bien el piso ya que al perforar el taladro iniciara desviado

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDE, J. (2019). *Emulsión gasificada en reemplazo de heavy anfo para reducir el P80 en la fragmentación e incrementar la productividad en carguío, acarreo y chancado en mina Shougang Hierro Perú*. [tesis de licenciamiento, U.N. de Trujillo] repositorio institucional U.N. de Trujillo.
- APAZA, E. (2013). *“IMPLEMENTACIÓN DE TALADROS LARGOS EN VETAS ANGOSTAS PARA DETERMINAR SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD, EFICIENCIA Y SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES MINERAS – PASHSA, MINA HUARÓN S.A.”*. [tesis de licenciamiento Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] repositorio institucional U.N. de San Agustín de Arequipa.
- ATLAS COPCO. (2007). *Manual de equipos mineros*.
- BALDEON, M. (2021). *Aplicación del método de explotación taladros largos en vetas angostas sin By Pass - Veta Ramal Alianza de Minera Argentum*. [tesis de licenciamiento Universidad Continental] repositorio institucional Universidad Continental.
- Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en minería*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Politécnica de Madrid.
- CARO, J. (2021). *Diseño óptimo de taladros largos para la seguridad de los tajeos mediante la estabilidad en vetas angostas*. [tesis de maestría, U.N. Daniel Alcides Carrion] repositorio institucional U.N: Daniel Alcides Carrion.
- CELIS, H. (2016). *“Reducción de la desviación de taladros largos implementando menores longitudes de perforación de taladros para bancos de producción de 20 metros de altura en Sublevel Stopping con Simbas H1254, en el cuerpo Casapalca 4 en el nivel 11 -11A, Mina Casapalca*. [tesis de licenciamiento. U.N. de Trujillo] repositorio institucional U.N. de Trujillo.
- COMPAÑÍA MINERA YAULIYACU. (2009). *Manual de perforación y voladura taladros largos Yauliyacu*.

- COMPAÑOA MINERA VOLCAN - Mina San Cristobal. (2020). *memoria de Compañia Minera Volcan S.A.C.*
- COTRINA , C. (2019). *EVALUACIÓN DE MALLAS DE EXTRACCIÓN EN FUNCIÓN DE LA RECUPERACIÓN Y DILUCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN SUB LEVEL CAVING EN LA MINA YAURICOCHA.* [tesis de licenciamiento, U.N. Daniel Alcides Carrion] repositorio institucional U.N. Daniel Alcides Carrion.
- CUPI, P. J. (2021). "*Optimización de la utilidad mediante la reducción de la desviación en la perforación rotopercutiva de taladros horizontales de la empresa Geodrill S.A.C.*". [tesis de licenciamiento, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL PERU] repositorio de la Universidad Tecnológica del Peru.
- ENAEX. (s.f.). *Manual de tronadura ENAEX S.A.* ENAEX, Gerencia tecnica.
- ESCRIBA, E. (2018). [tesis de licenciatura, U. N. San Agustín de Arequipa]repositorio institucional U.N.San Agustín de Arequipa.
- EXSA. (2004). *Manual practico de voladura* (cuarta edicion ed.). (EXA, Ed.)
- EXSA. (s.f.). *Manual practico de voladura, 4ta edicion.* exsa.
- FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C. (2018). Emulsiones/Hidrigel a granel no sensibilizado SAN-G APU.
- HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, R. (2014). *Metodologia de la investigacion* (sexta edicion ed.). (M. e. S.A., Ed.)
- Instituto Geologico y Minero de España. (1987). *Manual de perforacion y voladura de rocas.* Instituto Geologico y Minero de España.
- LEON, D. (2017). *APLICACIÓN DEL TAJEO POR SUBNIVELES CON TALADROS LARGOS PARA OPTIMIZAR RECURSOS EN LA MINA CARIDAD, COMPAÑÍA MINERA HUANCAPETI S.A.C.* [tesis de licenciamiento U.N. Santiago Antunez de Mayolo] repositorio institucional U.N. Santiago Antunez de Mayolo.
- MCH Mining Solution. (2015). Manual del usuario. *DEVISHOT Magnetic multishot.*

- PUMA, J. (2018). *OPTIMIZACIÓN EN EL SUMINISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA PERFORACIÓN EN ZONA DE PROFUNDIZACIÓN MINA SAN CRISTOBAL COMPAÑÍA MINERA VOLCAN S.A.A.* [tesis institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] repositorio institucional Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- TAMAYO Y TAMAYO, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (cuarta edición ed.). (L. N. Editores, Ed.)

TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								2
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								11.2%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								2 100%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Tabla 8

Desviación en el Tajo 67 P5-P4 Nv 1270

Medición de Desviación en el Tajo 67 P5-P4 Nv 1270.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 67E	F-64-T28	16.00	0.32	0.93	2.87	3.02	18.86%	
Tj 67E	F-64-T27	16.00	0.32	1.80	0.86	1.99	12.47%	
Tj 67E	F-64-T30	16.00	0.32	1.74	1.01	2.01	12.57%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								3
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								14.6%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								3 100.0%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Tabla 9

Desviación en el Tajo 313 Nv 780

Medición de Desviación en el Tajo 313 Nv 780.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 313	F-06-T13	15.00	0.30	0.34	1.14	1.19	7.93%	
Tj 313	F-06-T14	15.00	0.30	0.45	0.82	0.94	6.24%	
Tj 313	F-08-T17	15.00	0.30	0.40	0.71	0.81	5.43%	
Tj 313	F-08-T18	15.00	0.310	0.36	0.78	0.86	5.73%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								4
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								6.3%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								4 100%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Tabla 10*Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820*

Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 80E 1-0	F-31-T61	12.00	0.24	0.27	2.56	2.57	21.45%	
Tj 80E 1-0	F-31-T62	12.00	0.24	0.19	1.11	1.13	9.38%	
Tj 80E 1-0	F-32-T63	12.00	0.24	0.05	2.25	2.25	18.75%	
Tj 80E 1-0	F-32-T64	12.00	0.24	0.40	1.60	1.65	13.74%	
Tj 80E 1-0	F-33-T65	12.00	0.24	0.19	2.59	2.60	21.64	
Tj 80E 1-0	F-33-T66	12.00	0.24	0.10	2.46	2.46	20.52	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								6
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								17.6%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								6 100%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								0 0.0%

Tabla 11*Desviación en el Tajo 81 P2-P1 Nv 820*

Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj 81 2-1	F-56-T125	15.00	0.30	0.58	0.10	0.59	3.92%	
Tj 81 2-1	F-56-T126	15.00	0.30	0.81	0.89	1.20	8.02%	
Tj 81 2-1	F-57-T127	15.00	0.30	0.74	0.35	0.82	5.46%	
Tj 81 2-1	F-57-T128	15.00	0.30	0.37	0.77	0.85	5.70%	
Tj 81 2-1	F-58-T129	15.00	0.30	0.05	0.21	0.22	1.44%	
Tj 81 2-1	F-58-T130	15.00	0.30	0.02	0.93	0.93	6.20%	
TOTAL, DE TALADROS MEDIDOS								6
PROMEDIO TOTAL DE DESVIACION								5.1%
TOTAL, TALADROS DESVIADOS								5 83%
TOTAL, TALADROS OPTIMOS								1 17%

Figura 32

Equipo Devishot



Figura 33

Instalación del Equipo Devishot



Figura 34

Programación del Equipo Devishot

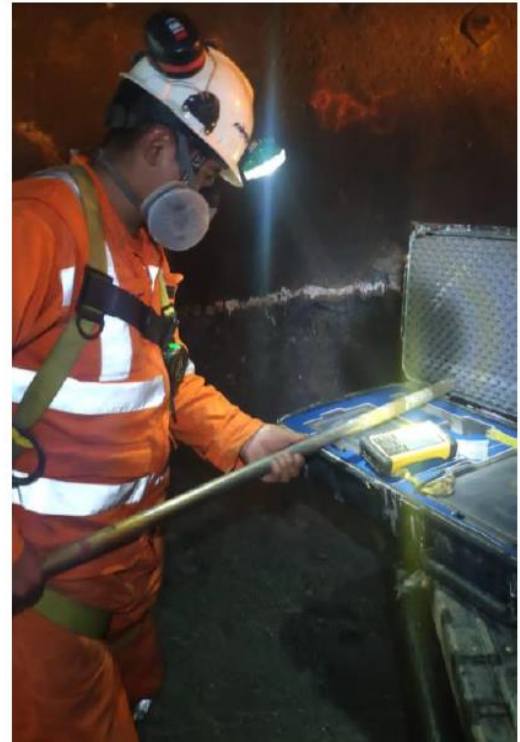


Figura 35

Posicionamiento para medir la desviación de los taladros con el Devishot



Figura 36

Proceso de Medición y registro de la desviación de taladros con equipo

Devishot



Tabla 12*Resumen de la desviación de los 25 taladros medidos*

Medición de Desviación en el Tajo 80 -1 P1 -P0 Nv 820.								
Labor	Fila	Longitud (m)	Desviación optima 2%	Desviación obtenida (m)		Desviación total (m)	Desviación obtenida %	Semáforo
				Planta	Sección			
Tj SP6 2E	F-23-T55	15.50	0.31	0.90	0.48	1.02	6.53%	
Tj SP6 2E	F-23-T56	15.50	0.31	0.05	0.12	0.13	0.84%	
Tj SP6 2E	F-24-T58	15.50	0.31	0.39	0.36	0.52	3.38%	
Tj SP6 2E	F-24-T59	15.50	0.31	0.13	0.46	0.48	3.08%	
Tj 79 5-4	F-75-T151	14.00	0.28	1.90	0.60	1.99	14.23%	
Tj 79 5-4	F-75-T150	14.00	0.28	0.90	0.70	1.14	8.14%	
Tj 67 E	F-64-T28	16.00	0.32	0.93	2.87	3.02	18.86%	
Tj 67 E	F-64-T27	16.00	0.32	1.80	0.86	1.99	12.47%	
Tj 67 E	F-65-T30	16.00	0.32	1.74	1.01	2.01	12.57%	
Tj 313	F-06-T13	15.00	0.30	0.34	1.14	1.19	7.93%	
Tj 313	F-06-T14	15.00	0.30	0.45	0.82	0.94	6.24%	
Tj 313	F-08-T17	15.00	0.30	0.40	0.71	0.81	5.43%	
Tj 313	F-08-T18	15.00	0.30	0.36	0.78	0.86	5.73%	
Tj 80E 1-0	F-31-T61	12.00	0.24	0.27	2.56	2.57	21.45%	
Tj 80E 1	F-31-T62	12.00	0.24	0.19	1.11	1.13	9.38%	
Tj 80E 1	F-31-T63	12.00	0.24	0.05	2.25	2.25	18.75%	
Tj 80E 1	F-31-T64	12.00	0.24	0.40	1.60	1.65	13.74%	
Tj 80E 1	F-31-T65	12.00	0.24	0.19	2.59	2.60	21.64%	
Tj 80E 1	F-31-T66	12.00	0.24	0.10	2.46	2.46	20.52%	
Tj 81 2-1	F-56-T125	15.00	0.30	0.58	0.10	0.59	3.92%	
Tj 81 2-1	F-56-T126	15.00	0.30	0.81	0.89	1.20	8.02%	
Tj 81 2-1	F-57-T127	15.00	0.30	0.74	0.35	0.82	5.46%	
Tj 81 2-1	F-57-T128	15.00	0.30	0.37	0.77	0.85	5.70%	
Tj 81 2-1	F-58-T129	15.00	0.30	0.05	0.21	0.22	1.44%	
Tj 81 2-1	F-58-T130	15.00	0.30	0.02	0.93	0.93	6.20%	
PROMEDIO								9.67%