



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**EXTRACCION, TRITURACION Y DISTRIBUCION DE AGREGADOS  
AGRECASA DEL CARIBE**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**NOEL ABIDAN MEJÍA MADRID 21811346**

**ASESOR:**

**ING. HECTOR WILFREDO PADILLA SIERRA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**DICIEMBRE 2021**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA  
UNITEC**

**PRESIDENTE EJECUTIVA  
ROSALPINA RODRIGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTORA ACADEMICA  
DESIREE TEJEDA CALVO**

**VICERRECTOR ACADÉMICO  
MARLON ANTONIO BREVE REYES**

**SECRETARIO GENERAL  
ROGER MARTINEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA  
CARLA MARIA PANTOJA ORTEGA**

**COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL  
HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**AGREGADOS DEL CARIBE.**

**PROYECTO: EXTRACCIÓN, TRITURACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGREGADOS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**“ING. HECTOR WILFREDO PADILLA”**

**DERECHOS DE AUTOR**

**© COPYRIGHT**

**NOEL ABIDAN MEJIA MADRID**

**TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS**

## **DEDICATORIA**

El presente informe es dedicado primeramente a Dios, por brindar la fuerza, sabiduría y salud necesaria para alcanzar esta meta con éxito. A mis padres Noel Mejía y Yesenia Madrid, a personas de gran importancia como lo son mis tíos Norfa Mejía y Tea Won Do, por el mayor apoyo, comprensión y amor posible durante todos estos años de estudio para lograr llegar a esta recta final. A mi familia, por estar presente en todo momento apoyando y brindando sus mejores deseos en esta etapa de mi vida. A los catedráticos de Ingeniería Civil por brindar todos los conocimientos necesarios para llevar a cabo este proyecto y su paciencia en todo momento, demostrando su profesionalismo y su humanidad en cada aspecto, también a todas las personas y compañeros que siempre estuvieron dispuestas a ayudar durante todo el proceso.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a Dios ya que gracias a Él tuvimos las fuerzas necesarias en los tiempos de debilidad y sobre todo de sabiduría para poder completar esta enorme prueba y por ayudarnos y brindarnos de aprendizajes y sobre todo por permitirnos como grupo alcanzar un logro más a nivel profesional.

A la Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC por brindarnos y abrirnos las puertas de su centro de educación para poder culminar nuestra carrera de Ingeniería Civil, y a cada catedrático que tuvimos en el proceso de formación, y ofrecerles un sincero agradecimiento por compartir sus conocimientos y experiencias.

También a mis catedráticos por su ayuda invaluable y disposición hacia mi persona y mi trabajo ya que gracias a ellos pude completar una meta más.

Finalmente, agradezco a la empresa AGRECASA del Caribe, por abrirme sus puertas para poder realizar la práctica profesional en un gran proyecto, enriqueciéndome con grandes experiencias en mi primer acercamiento con la vida profesional, en especial al ing. Ricardo Carranza, ing. Elam Méndez, ing. Wilmer Zelaya y otras personas que hicieron de esta una experiencia inolvidable.

Y por último a nuestra familia que fueron los principales promotores esenciales para poder alcanzar nuestros sueños y a nuestras amistades que se dieron durante nuestro periodo universitario.

Solo queda decirles a todos los implicados anteriormente mencionados, gracias totales.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Durante la práctica realizada en la empresa AGRECASA del Caribe. se realizaron múltiples actividades de apoyo a los ingenieros asistentes de la oficina de campo y al ingeniero encargado del control y seguimiento, principalmente como mejorar los procesos de voladura, con la finalidad de apoyar en la toma de decisiones para la producción de los diferentes tamaños de agregado grueso, así como de la extracción de material que sería necesaria, evitar la mala producción de voladura y generar un sistema más eficiente que mejore los resultados y costos de la empresa. También se apoyó en los diferentes planos de soporte que se necesitaban para las estimaciones realizadas durante la estadía en el proyecto, así como mantener actualizados los reportes de cada actividad. Asimismo, se apoyó en la medición de obras civiles menores, como ampliación de oficinas, pintado de oficinas, ampliación de bodegas para los componentes de voladura, entre otras. El trabajo más fuerte en el que se tomó cierta responsabilidad importante dentro del proyecto, fue mejorar el proceso de voladura y los rendimiento de la maquinaria que trabajaba con el acarreo de material.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
2.1.1 MISIÓN.....	2
2.1.2 VISIÓN.....	2
2.1.4 POLÍTICA DE CALIDAD.....	2
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD.....	3
2.3 OBJETIVOS.....	3
2.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
CAPÍTULO III. MARCO TEORICO.....	5
El desarrollo de la mina y el ciclo de vida.....	5
Metodos de Explotacion.....	7
Maquinaria.....	8
Impacto Ambiental en la minería.....	8
Clasificación de la Minería.....	9
CAPÍTULO IV. DESCRIPCION DEL TRABAJO DESARROLLADO.....	12
SEMANA 1: DEL 19 DE ABRIL AL 24 DE ABRIL DEL 2021.....	12
SEMANA 2: DEL 26 DE ABRIL AL 1 DE MAYO DEL 2021.....	13
SEMANA 3: DEL 3 DE MAYO AL 8 DE MAYO DEL 2021.....	14

SEMANA 4: DEL 10 DE MAYO AL 15 DE MAYO DEL 2021 .....	15
SEMANA 5: DEL 17 DE MAYO AL 22 DE MAYO DEL 2021 .....	17
SEMANA 6: DEL 24 DE MAYO AL 29 DE MAYO DEL 2021 .....	18
SEMANA 7: DEL 31 DE MAYO AL 5 DE JUNIO DEL 2021.....	19
SEMANA 8: DEL 7 DE JUNIO AL 12 DE JUNIO DEL 2021.....	21
SEMANA 9: DEL 14 DE JUNIO AL 19 DE JUNIO DEL 2021 .....	22
SEMANA 10: DEL 21 DE JUNIO AL 26 DE JUNIO DEL 2021.....	24
SEMANA 11: DEL 28 DE JUNIO AL 3 DE JULIO DEL 2021.....	24
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES .....	26
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES .....	27
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS .....	30

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Colocación de la letra "N" en el portón principal.....	23
Figura 2. Vista general del cerro donde está la piedra caliza.....	23
Figura 3. Drill con las que se hacen las perforaciones para las voladuras.....	24
Figura 4. Excavadora para extraer el material del cerro .....	31
Figura 5. Hopper o máquina trituradora.....	32
Figura 6. Drill que se utiliza para realizar las perforaciones para los sondeos .....	32
Figura 7. Tubería utilizada para los sondeos .....	33
Figura 8. Excavadora a punto de extraer material.....	33
Figura 9. Camión articulado a espera de ser llenado o ya sea de piedra caliza o tierra.....	34
Figura 10. Pintado de oficinas.....	34
Figura 11. Vista del cerro de donde se extrae el material .....	35
Figura 12. Supervisión de extracción y acarreo de material.....	35
Figura 13. Vuelo del dron.....	36
Figura 14. Ampliación de oficinas de báscula.....	36
Figura 15. Acarreo de lodo especial.....	37
Figura 16. Fragmentación de piedra con martillo operado.....	37
Figura 17. Coordenadas de los puntos de cargue.....	38
Figura 18. Drill alquilado a CERMACO.....	38
Figura 19. Excel para mínimos y máximos de cada componente en voladura.....	39
Figura 20. Reporte de viajes.....	39
Figura 21. Coordenadas de gradas de cargue.....	40

Figura 22. Vuelo de dron.....	40
Figura 23. Canalización en mal estado.....	41
Figura 24. Bomba en mal estado. ....	41
Figura 25. Canalización en mal estado.....	42
Figura 26. Formato para anotar la cantidad de viajes.....	42
Figura 27. Supervisión de estribado.....	43
Figura 28. Sacos de ANFO. ....	43
Figura 29. Supervisión de perforaciones para voladura.....	44
Figura 30. Pila para captación de agua.....	44
Figura 31. Pila de captación de agua.....	45
Figura 32. Charla de Buffalo Inc.....	45
Figura 33. Formato de cálculo de perforaciones para Voladura.....	46
Figura 34. Calculo de fragmentación de Voladura.....	46

## GLOSARIO

**Accesorios:** En términos de voladura, los accesorios de los explosivos son aquellos sistemas de iniciación y otros elementos de utilidad para la correcta ejecución de las voladuras. Algunos accesorios son: detonadores, multiplicadores, reles de microrretardo, cordones detonantes, explosores, baterías, conectadores, elementos centralizadores y de retención, tapones, embudos, etc.

**Apartadero:** Infraestructura ferroviaria consistente en una instalación de vías para la carga, descarga y estacionamiento de vagones con enlace a una línea mediante una o más agujas de plena vía.

**Autor rescatador:** Equipo de respiración autónoma, que se debe portar individualmente de forma obligatoria por parte de todo el personal en los lugares de trabajo subterráneos, el cual permite al ser utilizado aislarse de la atmósfera general en caso de emergencia, cuando ésta se encuentre contaminada por la presencia de gases nocivos o tóxicos en proporciones superiores a las permitidas por la normativa de seguridad minera.

**Balizar:** Señalar con elementos fijos o móviles un área determinada.

**Barreno:** Hueco cilíndrico practicado en la roca para alojar explosivo.

**Bulón:** Anclaje metálico para refuerzo de la roca.

**Bulonado:** Método de estabilización insertando bulones para fijar grietas. Se perfora, se introduce el bulón, se rellena.

**Cabrestante:** Dispositivo mecánico, impulsado manualmente o por un motor eléctrico, destinado a levantar y desplazar grandes cargas.

**Cambio de vía:** Mecanismo para dirigir los trenes por las vías deseadas.

**Carga:** Operación que se realiza después del arranque y que consiste en colocar el material en un medio de transporte, ya sea manual o mecánico.

**Cercha:** Conjunto de piezas articuladas de tal modo que integran un sistema indeformable, preparado para transmitir al apoyo toda la carga que recibe. Vigas metálicas dispuestas en el contorno de la sección excavada a modo de «costillas».

**Cinta transportadora (banda transportadora, faja transportadora):** Sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores, uno de los cuales suele ser accionado por un motor.

**Desentibar:** Retirar los elementos que apuntalan o fijan las labores mineras (galerías, tambores, diagonales, etc.).

**Disparo:** Consiste en energizar el cartucho cebo desencadenándose la voladura prevista.

**Disposiciones Internas de Seguridad (DIS):** Normativa interna de una empresa en materia de seguridad definida por el Director Facultativo en la que debe figurar, al menos la organización que prevea en orden a mantener la seguridad del personal fijando las responsabilidades y atribuciones de los distintos escalones jerárquicos y las medidas a tomar cuando circunstancias excepcionales alteren el orden normal de trabajo.

**Drenaje:** Medida de corrección en la estabilidad de un talud o en un túnel que tiene por objeto reducir la presión intersticial y de esta forma aumentar su resistencia y disminuir el peso total del talud. Dentro de las diferentes formas de drenar un talud se tienen: drenajes horizontales, pozos verticales, zanjas o cunetas.

**Embarque:** Carga de la mercancía o subida de los viajeros en los vehículos ferroviarios para iniciar su transporte.

**Encarrilar:** Encaminar, dirigir y enderezar un vehículo para que siga el camino o carril debido. Colocar sobre los carriles o rieles un vehículo descarrilado.

**Entibar:** Apuntalar o fijar las labores mineras (galerías, tambores, diagonales, entre otros) que se van abriendo.

**Equipo de Protección Individual (EPI):** Cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por un trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

**Explosivo:** Sustancia o mezcla de sustancias que por liberación súbita de su energía produce una sobrepresión en sus alrededores seguida de llama y ruido. Los explosivos son sustancias que tienen poca estabilidad química y que son capaces de transformarse violentamente en gases. Esta transformación puede realizarse a causa de una combustión o por acción de un golpe, impacto, fricción, etc. en cuyo caso recibe el nombre de explosivos detonantes, como es el caso de las dinamitas y los nitratos de amonio. Cuando esta violenta transformación en gases ocurre en un lugar cerrado, como puede ser un barreno en un manto de roca, se producen presiones muy elevadas que fracturan la roca. La más antigua de las sustancias explosivas es la pólvora negra, que consistía en una mezcla formada por salitre, carbón y azufre.

**Frente de trabajo:** Superficie expuesta de una explotación donde se ejecutan las tareas de avance y desarrollo.

**Fricción:** Resistencia que se opone al movimiento relativo de dos piezas que se mantienen en contacto sin girar.

**Genéfono:** Sistema de comunicación oral que no necesita ni baterías, ni alimentación eléctrica. Se emplea en minería subterránea.

**Gunita:** Hormigón o mortero mezclado con agua que es proyectado.

**Gunitado:** Técnica consistente en la proyección de hormigón, mediante el empleo de un "cañón" o manguera a alta presión, para conseguir un muro continuo, de gran resistencia y menor espesor que pueda soportar y contener el empuje del terreno, cualquiera sea la pendiente, con la ventaja de lograr una excelente impermeabilización debida a la baja porosidad del material logrado.

**Hastial:** Pared lateral de una galería o labor subterránea.

**Impermeabilización:** Preparación de un cuerpo para que no pueda ser penetrado por un líquido.

**Jaula (skip):** Medio de transporte vertical de personas o materiales.

**Lámina drenante:** Lámina formada por nódulos, fabricada en polietileno de alta densidad e indeformable que, unida a una capa de geotextil, es capaz de filtrar las aguas estancas y encauzarlas después.

**Lámina impermeabilizante:** Producto laminar cuya base impermeabilizante es de tipo bituminoso, utilizada en aquellos puntos de la fábrica susceptibles al paso del agua. Con estas láminas se impide el paso del agua, tanto de lluvia como la procedente del terreno, al interior de la estructura.

**Lechada:** Mezcla de cemento y agua, por su consistencia fluida es utilizada para rellenar muros de bloque especiales, inyección de fallas en rocas u otras cavidades, etc.

**Mallazo metálico:** Retícula metálica en la que los alambres o barras de acero están soldadas en los puntos de intersección.

**Mortero:** Mezcla plástica obtenida con un aglomerante, arena y agua, que sirven para unir las piedras o ladrillos que integran las obras de fábrica y para revestirlos con enlucidos o revocos. Los morteros se denominan según sea el aglomerante. Así se tienen morteros de yeso, de cal o de cemento.

**Plan de emergencia y evacuación:** Documento que recoge la secuencia de acciones a emprender ante la aparición de una situación de emergencia, contingencia o siniestro (previamente contemplado), junto con el conjunto de medidas de protección preestablecidas para combatir sus consecuencias.

**Resina:** Sustancia orgánica o sintética de consistencia sólida o pastosa muy apreciada en el ámbito de la construcción por sus propiedades químicas y sus usos asociados, como por ejemplo la producción de adhesivos.

**Retacado:** Zona de los barrenos sin carga de explosivo que se rellena con un material inerte, polvo, arena, arcilla, etc. Saneamiento: Tarea destinada a eliminar aquellas rocas o minerales inestables que podrían desprenderse de forma fortuita de un talud, frente de arranque, techo o hastiales de galerías, etc.

**Sostenimiento:** Tiene por objeto mantener abiertas las labores durante la explotación y crear ambientes de condiciones seguras que protejan a los trabajadores en sus diferentes actividades

**Tajo:** Escalón o unidad de explotación sobre la que se desarrolla el trabajo de extracción en las minas a cielo abierto.

**Taller de arranque:** Labor minera subterránea donde se lleva a cabo la extracción de mineral propiamente dicha, haciendo uso de muy diversos métodos de ingeniería según los casos.

**Talud:** Superficie o cara frontal de un banco en una explotación minera de exterior, que forma un cierto ángulo con la horizontal (ángulo o inclinación del talud), calculado para asegurar la estabilidad de dicho talud y del propio banco.

**Transporte:** Movilización o desplazamiento de materiales como mena, carbón, estéril, insumos y otros, de un lugar a otro por cualquier medio manual o mecanizado.

**Voladura (Tronadura):** Fragmentación de la roca y otros materiales sólidos mediante explosivos confinados en barrenos o adosados a su superficie.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

La calidad del concreto es de alta importancia para que este pueda aprovechar al máximo su resistencia según el proyecto o la obra lo requiera o especifique, por ende el uso de agregados en el concreto es de vital importancia. La calidad de los agregados cumple otros objetivos como reducir los costos en la producción de la mezcla (relleno adecuado para la mezcla, ya que reduce el contenido de pasta de cemento por metro cúbico), ayudar a controlar los cambios volumétricos (cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado, de curado y secado de la mezcla de concreto) y aportar a la resistencia final del material.

Es un material que tiene una participación entre el 65% y el 70% del total de la mezcla de concreto. La forma y textura superficial de las partículas individuales de cualquier tipo de agregado tienen una influencia importante en la manejabilidad del concreto en su estado fresco y en otras características físicas de su estado sólido. El uso de diferentes tipos de agregados finos puede generar variaciones en el asentamiento de la mezcla de concreto, por ejemplo, las arenas angulares tendrán un menor asentamiento que una mezcla diseñada con agregados finos redondeados y lisos. Esto puede generar la necesidad de hacer un cambio en la relación agua/material cementante.

Aunque la forma y textura de los agregados gruesos también influye en dicha relación, se afecta en mayor medida la resistencia a través de la relación adherencia agregado/pasta de cemento. Existe un límite en el contenido de agregados gruesos dado por la trabajabilidad del concreto. Si la cantidad de agregados gruesos es excesiva, ocurrirá el fenómeno de segregación. De la misma forma los agregados finos deben estar dosificados de forma tal que permitan una buena trabajabilidad y brinden cohesión a la mezcla, pero a la vez no deben estar en exceso porque perjudicarían la manejabilidad y la resistencia del concreto.

## **CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

En el siguiente capítulo se hace una breve descripción de la empresa y el proyecto donde se pretende llevar a cabo la práctica profesional.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Somos un holding hondureño integrador de soluciones enfocadas en el desarrollo del país, sustentadas en el aprovechamiento y respeto de los recursos naturales con el objetivo de generar bienestar a nuestra sociedad mediante el expertise de nuestras divisiones. Más de 30 años de experiencia nos han enseñado a estar abiertos, atentos y dispuestos a discernir y tomar los proyectos que requieren nuestro momento y contexto, y que a su vez se vuelven plataformas generadoras de nuevos niveles de definición, crecimiento y potencial. Creemos en nuestros colaboradores y socios, creemos en el desarrollo de personas y sociedades, le invitamos a que creemos juntos el potencial.

#### **2.1.1 MISIÓN**

Somos una empresa comprometida a elaborar agregados de distintas medidas que cumplan con los estándares de calidad nacional e internacional.

#### **2.1.2 VISIÓN**

Nuestra visión es convertirnos en la primera Empresa establecida en Honduras productora de agregados con el mayor índice de demanda en el mercado internacional, siempre con productos de calidad y precios competitivos

#### **2.1.4 POLÍTICA DE CALIDAD**

En ALANZA CONSTRUCCIÓN nos dedicamos a la prestación de servicios de ingeniería civil, desarrollando proyectos enmarcados en el cumplimiento de los requisitos de las partes interesadas, con especial enfoque hacia la satisfacción de nuestros clientes. Contamos con personal calificado y comprometido, implementando herramientas para la mejora continua de nuestro sistema de gestión de calidad.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD**

Nuestra división de agregados, representada por American Aggregates, es la responsable de la extracción, trituración y distribución de estos materiales de construcción en Tampa, Miami, Boca Ratón, Puerto Rico, República Dominicana y otros países caribeños. Arena, grava y piedra son extraídos de la Cantera Sapaudril, ubicada en Puerto Cortés, Honduras, donde también se trituran, tamizan y lavan para ser enviados al puerto y posteriormente ser exportados a sus destinos.

El laboratorio de control de calidad de "Agregados de Caribe S.A. de C.V/ American Aggregates" (Honduras y USA) está acreditado con el Programa de Acreditación de Laboratorios de materiales extendida por el organismo internacional CMEC, por sus siglas en inglés (Construction Materials Engineering Council). Esta acreditación brinda asesorías para el correcto funcionamiento de laboratorios, evalúa el sistema de control de calidad del mismo en base a las normativas. Anualmente realiza inspecciones a los laboratorios para garantizar que los procedimientos y técnicas empleadas dentro del laboratorio sean de acuerdo a lo establecido en las normas de materiales AASHTO y ASTM. La empresa Agrecasa/American Aggregates cuenta con la certificación del Departamento de Transporte del Estado de Florida, conocida como FDOT, por sus siglas en inglés Florida Department of Transportation. Esta certificación evalúa el grado de cumplimiento que tienen nuestros agregados para ser exportados y utilizados en proyectos dentro del estado de Florida.

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Brindar apoyo a todas las áreas del proyecto, ya sea oficina o en campo con la empresa AGRECASA del Caribe, aplicando los conocimientos y las habilidades adquiridas en la carrera de ingeniería civil.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Brindar conocimientos en cuanto a voladura y ayudar a optimizar su proceso, mejorar resultados y reducir costos de forma eventual.
- 2) Brindar acompañamiento en el cálculo de ciertas actividades que se pueden presentar según el proyecto avance o lo necesite.
- 3) Apoyar en la elaboración de planos de soporte a los cierres y estimaciones, cálculo de volúmenes, entre otros.
- 4) Apoyar dentro de lo posible en el área de control y seguimiento del proyecto, control de calidad de la obra, así como dar seguimiento a alguna actividad principal en la que se encuentre el proyecto.

## **CAPÍTULO III. MARCO TEORICO**

La minería es una actividad económica del sector primario cuando nos referimos a la extracción de minerales, y del sector energético si hacemos referencia a la extracción de combustibles fósiles. Es representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. Dependiendo del tipo de mineral a extraer la actividad se divide en minería metalúrgica (cobre, oro, plata, aluminio, plomo, hierro, mercurio, etc) que son empleados como materias primas básicas para la fabricación de una variedad de productos industriales. Mientras que la minería no metalúrgica o también denominada de cantera y construcción (arcilla, cuarzo, zafiro, esmeralda, granito, mármol, mica, etc) son usados como materiales de construcción y materia prima de joyería, ornamentación, entre otros usos. Otro tipo de minería es la extracción de los minerales energéticos o combustibles, empleados principalmente para generar energía, como por ejemplo el petróleo, gas natural y carbón o hulla. (Wikipedia, s.f.)

### **EL DESARROLLO DE LA MINA Y EL CICLO DE VIDA**

La minería actual se compone de varias etapas; desde el descubrimiento del yacimiento, pasando por la explotación, hasta finalmente el cierre y post cierre de la mina. La primera fase es el descubrimiento del yacimiento, que se realiza mediante la prospección y la exploración, cuyo objetivo es conocer y definir la extensión, ubicación y el valor del mineral. Hecho eso y mediante cálculos estadísticos y matemáticos, se estima el tamaño y el grado del depósito que se utiliza para crear el estudio de pre-factibilidad, que determina de manera teórica la economía del depósito, la inversión inicial y los posibles riesgos claves. El siguiente paso es el estudio de factibilidad, que evalúa la viabilidad económica, los riesgos técnicos y financieros y la solidez del proyecto.

Ambos estudios entregan a la empresa minera la mayor información posible sobre el yacimiento, con los cuales toman la decisión de invertir o abandonar el proyecto. Si el depósito de mineral es viable económicamente, la minera comienza a planificar la forma como se va a extraer, la metalurgia, la cantidad de mineral que se va a recuperar, los posibles compradores y la clase de

concentrado que se va a obtener. Además se preocupa de la ingeniería, los costos de la conminución y de la infraestructura, los requisitos legales y medioambientales que exigen los institutos mineros de cada país, pero sobre todo como obtener el capital necesario para hacer funcionar la extracción de la mina. (Kit de Minería, 2012)

Para acceder a la mina del depósito es necesario extraer el material que no posee un interés económico, denominado también como ganga. En la gran mayoría de los casos la cantidad de ganga es el doble del mineral que se extrae durante toda la vida de la mina, por ello la empresa debe considerar su remoción y colocación de dicho residuo. El establecimiento de los llamados tranques de relaves, deben contar con un estudio detallado de la geografía del lugar, para evitar posibles riesgos medioambientales que pueda afectar a la fauna, flora y comunidades adyacentes a la mina. Una vez que se define la construcción de la planta y el tranque de relaves, comienza la extracción y comercialización del mineral. La funcionalidad y duración de la mina depende de la cantidad de mineral que posee el yacimiento, y si con el pasar de los años, sigue siendo rentable económicamente su extracción.

Tras varios años de funcionamiento la empresa minera debe iniciar el cierre y post cierre de la mina, cuyo proceso es paulatino, por ende puede demorar bastante tiempo. De acuerdo a las leyes y códigos mineros de cada país, el cierre de las labores puede ser definitivo o en menor medida, parcial. La gran mayoría de las naciones con industrias mineras de gran tonelaje, exigen el cierre total de la mina, que implica desmontar las instalaciones de la planta y cerrar las entradas de las minas que fueron explotadas de manera subterránea. Este proceso puede ir acompañado por la reforestación del lugar, con la finalidad de restablecer las características geográficas y medioambientales que existían previamente a la iniciación de las operaciones. (Kit de Minería, 2012)

## **METODOS DE EXPLOTACION**

Para explotar un mineral existen dos métodos: la minería a cielo abierto y la mina subterránea, siendo la primera la más común hoy en día. De acuerdo al investigador H.L. Hartmann en su ensayo *Introductory Mining Engineering*, la minería a cielo abierto produce el 85% de los minerales extraídos en los Estados Unidos, de los cuales el 95% de ellos corresponde a minerales metálicos. Dentro de la minería a cielo abierto se encuentra la de los depósitos placer o también denominados yacimientos de tipo placer, que consta de valiosos minerales contenidos en la grava de los ríos, arena de playa o en sedimentos producidos por aluviones, cuyo proceso de extracción varía en ocasiones a los empleados en las minas a cielo abierto. (GOB, 2008)

### Minería a cielo abierto

La minería a cielo abierto o también denominada de superficie se realiza mediante la eliminación de la vegetación (stripping) y de las capas superiores de roca, para poder llegar a los yacimientos enterrados. La minería de superficie se puede dividir en open pit mining —en nuestro idioma conocido simplemente como mina a cielo o rajo abierto— que consiste en la extracción de minerales a través de un enorme rajo en el suelo, que incluso puede alcanzar varios kilómetros de extensión; la explotación por canteras, idéntica a la open pit mining, pero utilizada en yacimientos de rocas, arenas y arcillas; los strip mining o descubiertas que se emplean en yacimientos que se encuentran relativamente cerca de la superficie y que es realizada principalmente en la extracción de carbón y lignito; la mountaintop removal mining o también denominada mountaintop mining, que involucra una alteración topográfica a la cima de la montaña donde se encuentra el depósito, principalmente de carbón. Dentro de la minería a cielo abierto se encuentran los depósitos placer y la técnica denominada landfill mining and reclamation (LFMR), que consiste en extraer minerales ya procesados de la basura de los vertederos. (Metodos de Ingenieria a cielo Abierto, 2006)

### Minería subterránea

La minería subterránea o en ciertas ocasiones denominada minería de subsuelo se realiza mediante la construcción de túneles o galerías, con el objetivo de penetrar la roca para poder llegar a los yacimientos. Este tipo de método se clasifica según la forma de acceso; drift mining (de forma horizontal), slope mining (de forma diagonal) y shaft mining (de forma vertical), o de

acuerdo a la técnica de extracción; de hundimiento o por caserones. Dentro de las de hundimiento se encuentran las block caving, sublevel caving y panel caving, mientras que por caserones se dividen en vacíos (sublevel stoping y vertical crater retreat (VCR)), soportados (cut & fill y shrinkage) y auto soportados (open stopes y room & pilar). (BSG Institute, s.f.)

## **MAQUINARIA**

A lo largo de la vida útil de una mina se emplean distintas maquinarias, cuya elección dependerá de las condiciones del entorno, las características del yacimiento y la geometría de la explotación, y de sus requerimientos específicos.<sup>34</sup> A grandes rasgos la maquinaria usada en la minería se divide en tres; equipos de carguío, equipos de transporte y equipos de servicio mina. La maquinaria de carguío tiene como finalidad cargar el material recién tronado y depositarlo en equipos de transporte o directamente en piques de traspaso, en el caso de la minería subterránea. Por su parte, el objetivo de las de transporte consiste en trasladar el material mineralizado y/o estéril desde el yacimiento hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril. Por último, los equipos de servicio mina cumplen una labor específica en la industria que puede ser el transporte de material de trabajo o de personal, movimientos de tierra y construcción de caminos, zanjas, taludes y petriles, y labores de perforación y carga de explosivos, entre otros. Dentro de esta maquinaria se encuentran los bulldozers, wheeldozer, motoniveladoras, camión aljibe, retroexcavadora, excavadora, jumbo de perforación, camión mixer, shocretera, roboshot y equipos de levante, entre otros. (Cranes and Machinery, s.f.)

## **IMPACTO AMBIENTAL EN LA MINERÍA**

Al igual que muchas de las actividades humanas la minería produce serios problemas al medio ambiente, debido a sus diversos procesos mineros y químicos. Estos efectos pueden incluir erosión, formación de dolinas, pérdida de la biodiversidad, contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, como también contaminación del suelo. En algunos casos, se incluye como factor adicional la deforestación en torno a la mina, con el objetivo de crear espacio suficiente para las instalaciones necesarias para su funcionamiento y el almacenamiento de residuos. Por su parte, la contaminación resultante de las fugas de sustancias químicas afectan

directamente a la población local, si no se controla adecuadamente. Un caso extremo de daño ambiental es el incendio en la mina de carbón de Centralia en Pensilvania, que desde 1962 arde por sus túneles ubicados debajo del poblado estadounidense.

En muchos países, las compañías mineras están obligadas a seguir y cumplir estrictos códigos de protección del medio ambiente con el fin de minimizar su impacto ambiental y evitar eventuales problemas a la comunidad adyacente. Estos códigos o reglamentos obligan a las mineras a realizar la evaluación de impacto ambiental, desarrollar planes de gestión ambiental, programar el cierre de la mina y elaborar monitoreos ambientales durante la operación y después del cierre. Por su parte, si las grandes compañías requieren buscar financiamiento internacional en instituciones como Equator Principles y en la Corporación Financiera Internacional, deben cumplir otra serie de normas ambientales y, además, satisfacer los criterios de la inversión socialmente responsable.

Más allá de las exigencias establecidas por las instituciones financieras o por los organismos gubernamentales de cada país, con los años las grandes compañías mineras han autoregulado sus efectos al medio ambiente mediante una serie de códigos de conducta. En 2001, nueve de las grandes compañías crearon el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es mitigar el daño al medio ambiente, reducir, reutilizar y reciclar los insumos, integrar en el concepto de mercado el desarrollo sustentable y contribuir a la conservación de la biodiversidad, entre otros puntos. Actualmente, 23 compañías mineras y de metales en conjunto con 35 asociaciones mineras nacionales y regionales integran este consejo internacional. A su vez, algunas de ellas son miembros activos en la creación de políticas de ecoeficiencia de organizaciones como la Cámara de Comercio Internacional y el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible. (ESRI, s.f.)

## **CLASIFICACIÓN DE LA MINERÍA**

Cada país productor de minerales utiliza diversos criterios para organizar la producción de la industria y tener un mejor entendimiento del impacto de la misma en la economía regional y

nacional. La gran mayoría de los países usa el criterio de número de toneladas métricas producidas por año, aunque en algunos casos puntuales se incluye también el capital de la mina, infraestructura o la generación de empleos. A grandes rasgos la industria se clasifica en gran, mediana y pequeña minería, sin embargo, en algunos países como Perú se considera una cuarta clasificación, la minería artesanal. A continuación las características de las tres principales divisiones de la minería y un ejemplo de las cifras de producción exigidas por la leyes de Chile y Perú, consideradas por la OCDE como los principales países productores de minerales de Sudamérica.

**Gran minería:** Es aquella donde las compañías mineras poseen un gran capital de inversión, una enorme infraestructura —que puede incluir una planta de fundición, un puerto de embarque o conectividad ferroviaria propia—, tecnología de punta, altos recursos monetarios para garantizar la seguridad y la salud ocupacional de los trabajadores, altos niveles de productividad, posee maquinarias de gran envergadura, la alternativa de explotar yacimientos de gran magnitud y establecer vínculos interindustriales a nivel internacional, entre otros. Otro punto importante en la gran minería es que toda la producción es exportada al extranjero. Ahora bien, cada país define a este tipo de minería por el número de toneladas métricas producidas al año, por ejemplo en el caso de Chile debe producir por sobre los 3 000 000 tm/año, mientras que en Perú debe ser mayor a 5000 toneladas por día. (La minería Industrial, s.f.)

**Mediana minería:** Esta clasificación posee varias similitudes con la gran minería, aunque sus principales diferencias es la cantidad de capital y que buena parte de las compañías mineras son nacionales. Por su parte, la producción está destinada mayoritariamente al mercado interno. Ahora bien, en Chile su producción va desde las 100 000 hasta los 3 000 000 toneladas por año, mientras que en Perú su capacidad productiva no excede las 5000 toneladas por día, para dar un ejemplo.

**Pequeña minería:** Es aquella donde las reservas de mineral son pequeñas, tiene menores tiempos de implementación de sus operaciones e inversión inicial y posee menores requerimientos de infraestructura, aunque tiene mayores ratios de empleo por unidad de producción. Según análisis

de países en vía de desarrollo, cuando la pequeña minería se localiza en regiones económicamente atrasadas, estimula el ingreso y su distribución, la creación de nuevos puestos de trabajo y un mejor aprovechamiento de los recursos internos, dando lugar a un rápido incremento en el estándar de vida de las personas. Por su parte, la totalidad de su producción es comercializada en el mercado interno y sus ganancias pueden recircular en la región como vía de consumo o de inversión. En Chile se define como pequeña minería a aquella que produce menos de 100 000 toneladas por año, mientras que en Perú es aquella donde su capacidad productiva llega hasta las 350 toneladas por día. (La minería Industrial, s.f.)

## **CAPÍTULO IV. DESCRIPCION DEL TRABAJO DESARROLLADO**

En el capítulo siguiente se exponen las actividades y asignaciones con las que se apoyó a las labores de la oficina de campo, con el fin de realizar todas las actividades necesarias, como producción, reparación, mantenimiento, control y seguimiento, el recorrido y evaluación de la obra realizada y por realizar, plasmando así el proceso de la práctica profesional.

### **SEMANA 1: DEL 19 DE ABRIL AL 24 DE ABRIL DEL 2021**

Esta semana se dio inicio a la práctica profesional dentro de la empresa AGREGADOS del Caribe, la jornada laboral se da inicio a las 6:00 am, dentro de las oficinas conocí el Ingeniero Ricardo Carranza quien es mi jefe inmediato, próximamente el me presento a todo el personal dentro de las oficinas. Como primera tarea se me asigno dimensionar una letra que forma parte del nombre de la empresa hechas de metal colocadas en el portón de la entrada (v. Figura 1). El Ing. Carranza me dio un recorrido por toda la planta y detallo ciertos aspectos de cada área (v. Figura 2). De forma inmediata me asigno llevar el control de ciertos costos de algunas actividades y me solicito aprender el proceso de voladura. Estuve con el equipo de voladuras los días miércoles 21 y jueves 22 de abril y aprendí como esta se desarrolla. Esta actividad se desarrolla de la siguiente manera, primero se determina el área que se ejecutara, luego se determina si esta es la adecuada para no detener la producción durante el proceso que se desarrolla para la voladura, si es necesario se habilitara un camino alternativo para no detener las otras actividades del proyecto, según el área que se determinó, se realizaran la cantidad de perforaciones Se utiliza un drill (v. Figura 3) para realizar las perforaciones de 8 metros de profundidad con brocas de diámetro de 6 plg, luego el equipo de voladura mueve los materiales a utilizar de la bodega al lugar de la voladura a ejecutar. Primero se vierte un poco del explosivo ANFO dentro de la perforación y luego se coloca el contacto para la detonación, luego se vierte el restante del saco de ANFO (25 Kg) y por último se rellena el hoyo con nitrato hasta alcanzar una altura de 5 metros en referencia a la altura total de la perforación (8 mts). La altura restante del hoyo o taco como lo mencionan en el proyecto (3 mts) se rellena

con grava para que luego se haga la malla según el equipo de voladura quiera que se ejecuten las explosiones. Por último, una vez se tenga la malla (conexión de las perforaciones mediante cables) se coloca el cable cero y este se conecta con un cable madre que se extiende a unos 200 metros del área de voladura, se hacen las conexiones correspondientes y luego se evacua a todo el personal y equipo del cerro para que por último se haga la detonación. Básicamente de forma resumida este es el proceso en cada voladura. Las voladuras se trabajan con materiales como:

- ANFO (Explosivo)
- Hidromita (Explosivo)
- Emulex (Carga Explosiva)
- Fanel Dual 15 mts (Cableado para voladura)
- Fanel Dual CTD 17 ms (Cableado para voladura)
- Fanel Dual CTD 42 ms (Cableado para voladura)
- Detonador Rockstar
- Booster
- Nitrato (Explosivo)

Durante los días viernes y sábado estuve conociendo más la planta y al personal, también conocí a detalle como actualizar de forma diaria lo que sería el inventario de bodega y consignación, ya que debido a la demanda del proyecto, el uso de nuevos materiales y componentes es casi diario por las actividades que se desempeñan.

## **SEMANA 2: DEL 26 DE ABRIL AL 1 DE MAYO DEL 2021**

Durante la semana el Ing. Carranza me solicitó fichas de costo sobre equipos como excavadoras (v. Figura 4) y camiones articulados. A parte de este trabajo que lo desarrolle durante toda la semana, también lleve el control de los horómetros de equipo alquilado a CERMACO, empresa con la que AGRECASA trabaja en alquiler de equipo. Estos se actualizan en una tabla digital que maneja la empresa donde se detallan las horas trabajadas y el costo de estas. Aprovechando esta

actividad, pude mediante las horas de trabajo de los equipos, determinar tiempos de acarreo de material de ciertas gradas a lo que sería el hooper o la máquina que tritura (v. Figura 5) la piedra para que esta pase por el proceso de tamizado. Para determinar mejor los rendimientos, utilice una aplicación para sacar las coordenadas de las rutas de ciertos camiones para así mediante civil 3D, observar en metros lineales el recorrido de los camiones en base al tiempo que estos tardan en recorrer dicha ruta. En cuanto a las fichas de costo por maquinaria, con la ayuda del ingeniero Daniel, pude obtener el precio de los aceites, llantas y otros factores que ocupe para el desarrollo de las fichas.

Durante la semana también trabajo dentro del proyecto lo que fue Rodío, su trabajo consistía en la perforación de ciertas áreas en busca de la piedra adecuada para extraer. En si esta actividad se realiza con el fin de determinar el tipo de suelo y si este es el adecuado para tomar ventaja de él, se utiliza un drill que realiza una perforación con una inclinación de 30 grados (v. Figura 6) , usualmente las perforaciones consisten en una profundidad de 180 a 200 mts según lo especifique el geólogo. Se utilizan tres tuberías con diámetros diferentes, la tubería madre que es la que se coloca primero para que la tubería secundaria con un diámetro menor realice las perforaciones, según las especificaciones del geólogo, a cada tantos metros se tomara una muestra del suelo mediante una tubería denominada batería, esta tubería es la de menor diámetro en relación a las otras dos y su función es extraer material del suelo para que este sea estudiado y se determine si es apto para lo que el proyecto necesita hablando de material (v. Figura 7). Esta actividad culmino esta semana con un total de 8 sondeos en diferentes áreas del cerro para determinar el porcentaje de piedra caliza en la zona y así analizar y determinar las áreas a trabajar o excavar para la extracción eficiente del material.

### **SEMANA 3: DEL 3 DE MAYO AL 8 DE MAYO DEL 2021**

El día lunes 3 y martes 4 de Mayo, culmine y presente lo que son las fichas de rendimiento y fichas de costo de la maquinaria que trabaja en el área de acarreo de material, esto con el fin de determinar el costo por hora del equipo y observar su rendimiento en base los el precio por tonelaje según la cantidad de viajes. El acarreo de material a la trituradora consiste de esta manera, primero la excavadora llena el dumper ya sea de grava o tierra (v. Figura 8), luego el

operador de la excavadora le da la señal al operador del dumper haciendo entender que está lleno de material y luego este lo acarrea a la trituradora o la primera como la conocen en el proyecto, esto si el material es grava o hooper, si el material es tierra, este se desecha en el botadero o se utiliza para otras actividades que le proyecto requiera (relleno, bordos, venta del material, etc.) Los tiempos en cada viaje serán variados según el operario y la grada de donde se esté extrayendo la piedra caliza (v. Figura 9). Luego se ejecuta la trituración del material que básicamente es consiste en triturar el material que se suministra a través de los camiones articulados, los dumper se alinean y se colocan para voltear el material (grava o hooper) dentro de la trituradora o primaria para que este triture o más que pueda las piedras y luego arrojarlas a un banco principal. El día miércoles 5 de Mayo, junto al Ing. Méndez, sacamos lo que fue la cantidad de obra del pintado de las oficinas y la cafetería (v. Figura 10).

Durante toda la semana aparte de todo lo anterior mencionado, también supervise el acarreo de material (v. Figura 11) También supervise el acarreo de Material al Barco, en si esta actividad es una de las últimas que se realiza en el proyecto, las volquetas reciben el material y luego pasan a una balanza para determinar el tonelaje que estás llevan, luego se trasladan hasta el muelle donde el material lo reciben los barcos. Cabe resaltar que es fundamental lavar las volquetas y el material para que este tengas propiedades deseadas por el cliente una vez este llegue a su destino. Esta semana se lavó bastante material para que este pueda alcanzar las propiedades una vez este llegue a su destino.

El día sábado desde las 5:30 am con el geólogo Aníbal y el Ing. Méndez realizamos el último empaquetado y entrega de muestras o sondeos al barco. Esta actividad consiste en entregar las muestras de los sondeos, se empaquetan la muestra de forma adecuada según lo establece la empresa y luego se transporta a la portuaria donde debemos conseguir un permiso para nuestro ingreso y de esta forma hacer entrega de las muestras hasta el barco en el muelle.

#### **SEMANA 4: DEL 10 DE MAYO AL 15 DE MAYO DEL 2021**

El día lunes 10 de mayo, pude observar a detalle el proceso de tamizado, en si consiste en distribuir el material que pasó a través de la trituradora, básicamente su función es determinar los tamaños del material mediante los tamices para que luego mediante bandas transportadoras, se distribuya

el material según su granulometría. Para distribuir el material se utilizan las cribas, estas se conectan con la secundaria o terciaria y en base a estos se distribuye el material, la arena, se utilizan las cribas número 500 y 171, para grava de 1plg (#57) y grava  $\frac{3}{4}$  (#67) se usa la criba número 360 y para grava  $\frac{3}{8}$  (#89) se usa la criba número 410.

Durante la semana debido a que un trabajador sufrió un accidente se tuvo que ausentar del proyecto por unos días, me toco sustituirlo y supervisar por hora el acareo de material de las gradas a la hooper, la actividad era de 6:30 a 5:30 pm o según la producción de material lo requería (v. Figura 12). También durante uno de los recorridos que realizaba de forma diaria en las instalaciones, pude observar mejoras en cuanto a la seguridad de la planta, esto claro se lo comunique como una idea a mi jefe inmediato. Una actividad que realice de forma diaria durante esta semana fue el vuelo del dron, esto con el fin de observar los volúmenes de los agregados y así determinar la producción del día anterior en base a estos datos, para esto utilizamos lo que fue el programa AGISOFT. También empezar lo que son los vuelos para mapear las áreas de voladuras (v. Figura 13).

Por problemas en cribas y tiempos muertos en planta, la producción de esta semana se vio afectada y con esto también la fecha límite para el embarque de los agregados l que el cliente específico, por ende debido al constante movimiento de agregados por toda la planta, se generan capas de agregados por la caída de los mismos en el proceso de acarreo, el Ing. Carranza solicito la excavación de esta área con una profundidad de 1.5 pues, más sin embargo en esta área se encuentra una tubería subterránea y con ayuda de las coordenadas de las mismas, se trazó un área delimitada para que la excavadora no trabaje en dichas zonas.

Otra actividad que se realizo fue la de supervisar la ampliación de las oficinas de bascula (v. Figura 14), también se me solicito cantidades de obras, datos que presente en formato Excel. Claro está que las actividades de actualizar inventario y gradas de cargue se iban actualizando casi de forma diaria para llevar un mejor control.

## **SEMANA 5: DEL 17 DE MAYO AL 22 DE MAYO DEL 2021**

Durante la semana 5, apoye en las oficinas de báscula, supervisando y llevando el control de viajes de acarreo de lodo especial (v. Figura 15). Como nueva tarea se me asignó llevar un mejor control de las actividades y para esto realice reportes de cada una de ellas. Debido a la falta de material, se tuvo que fragmentar las piedras de más 1 metro con un martillo operado por la excavadora (v. Figura 16):

En el reporte de Voladura se deben presentar datos como, fecha de voladura, código, encargado de la voladura, ubicación del proyecto y de la grada en base a la topografía general del cerro, profundidad de la perforación, taco, volumen de la voladura, coeficiente del material, números de barreno por fila y total, espaciamientos entre perforaciones, factor de carga, peso de los explosivos y los explosivos que se utilizaron. Se utiliza una página de Excel para llevar un control de los reportes. Esta semana se realizaron dos voladuras, ambas en la grada 45 y 132 con el fin de obtener más material para acarreo, ambas voladuras consistieron de 32 y 15 perforaciones cada una, se utilizaron diámetro de broca de 6 plg con una altura de 8 metros para cada perforación, se utilizó explosivo ANFO, Nitrato y hidrodinamita. En cuanto al reporte de Acarreo, este reporte primero se ejecuta en el cerro, una persona observa de que grada se está usando material y luego lleva el conteo de la cantidad de viajes que realizan los dumpers asignados a esa grada, para un mejor control, se cuantifican los viajes utilizando las horas del día y luego se hace una suma total de viajes tomando en cuenta los dumpers de la grada que se utilizó para extraer el material, por último el reporte se envía a personal en oficina para que los datos se transcriban a una hoja en Excel. Esta semana se trabajaron las gradas 45, 132, 137, 155 y 168. Desde el lunes hasta el sábado se realizaron la cantidad de viajes: 327 (problemas en trituradora), 334, 341, 366, 363 y 341 respectivamente, se realizaron viajes de tierra con el fin de rellenar un camino destinado para el paso de los camiones en función de lo planificado para la explotación de otra zona del cerro, la tierra se sacó de la grada 125 con viajes de 182, 182, 104 y 10. Estos viajes realizados desde la grada de extracción hasta la trituradora o primaria con material de Hooper (grava) y los de tierra desde la grada hasta la nueva rampa. Los acarreos al barco se realizaron los días lunes, martes y miércoles. Para llevar un mejor control, utilizando una aplicación se pueden determinar las coordenadas de las gradas de donde se está extrayendo el material (v. Figura 17).

En el reporte de Bodega, se lleva un control diario o según los días de voladura, los materiales o suministros que la bodega provee a todo el proyecto. Se utilizaron más de 47 de ANFO y más de 15 barriles de Nitrato, 118 explosivos con su respectivo cableado, un cable madre para la explosión, un cable cero para el contacto y un monitor detonante.

Debido a que se arruino el drill con los que se realizaban las perforaciones para las voladuras, la empresa tuvo que alquilar un drill a la empresa por CERMACO (v. Figura 18), esto al menos por el tiempo en el que el drill de la empresa se repara.

## **SEMANA 6: DEL 24 DE MAYO AL 29 DE MAYO DEL 2021**

Durante la semana 6 se detallaron mejor los reportes

Reporte de Voladura: Cada vez que se realiza una voladura, se debe realizar un reporte en donde se especifiquen datos como, fecha de voladura, código, encargado de la voladura, ubicación del proyecto y de la grada en base a la topografía general del cerro, profundidad de la perforación, taco, volumen de la voladura, coeficiente del material, números de barreno por fila y total, espaciamientos entre perforaciones, factor de carga, peso de los explosivos y los explosivos que se utilizaron. Se utiliza una página de Excel para llevar un control de los reportes. Esta semana se realizaron dos voladuras, ambas en la grada 45 y 125 con el fin de obtener más material para acarreo, ambas voladuras consistieron de 60 y 24 perforaciones cada una, se utilizaron diámetro de broca de 6 plg con una altura de 8 metros para cada perforación, se utilizó explosivo ANFO, Nitrato y hidrodinamita. Para un mejor control de los materiales que se ocupan en voladura, cree un Excel con mínimos máximos para cada material y cada componente. (v. Figura 19)

Reporte de Acarreo: Este reporte primero se ejecuta en el cerro, un persona observa de que grada se está usando material y luego lleva el conteo de la cantidad de viajes que realizan los dumpers asignados a ese grada, para un mejor control, se cuantifican los viajes utilizando las horas del día y luego se hace una suma total de viajes tomando en cuenta los dumpers de la grada que se utilizó para extraer el material, por último el reporte se envía a personal en oficina para que los datos se transcriban a una hoja en Excel. Esta semana se trabajaron las gradas 45, 132, 137,155 y

168. Desde el lunes hasta el sábado se realizaron la cantidad de viajes: 343 (problemas en trituradora), 368, 409, 370, 360 y 333 respectivamente, se realizaron viajes de tierra con el fin de rellenar un camino destinado para el paso de los camiones en función de lo planificado para la explotación de otra zona del cerro, la tierra se saco de la grada 125 con viajes de 115, 160, 24 y 10. Estos viajes realizados desde la grada de extracción hasta la trituradora o primaria con material de Hooper (grava) y los de tierra desde la grada hasta la nueva rampa y para bordas. (v. Figura 20 y Figura 21)

Reporte de Bodega: Este reporte consiste en llevar un control diario de los materiales o suministros que la bodega provee a todo el proyecto. Se utilizaron más de 84 sacos de ANFO y más de 28 barriles de Nitrato, 184 explosivos de emulex con su respectivo cableado, un cable madre para la explosión, un cable cero para el contacto y un monitor detonante.

El Ing. Carranza me asigno sacar las cantidades de obras de las dos bodegas del polvorín, esta área esta exclusivamente para los materiales y componentes explosivos a utilizar en cada voladura y su acceso es solo a cierto personal autorizado. Una vez sacadas las cantidades de obra, el Ing. me solicito duplicarlas y crear un formato en Excel de las cantidades de obras con lo que le solicito, esto con el fin de ampliar las bodegas del polvorín aprovechando el hecho de que se mudara el área a otra zona a causa del avance del proyecto, lo que genera que poco a poco se vaya trabajando todo el cerro y lo que impide esto es la ubicación del polvorín. Presente un pequeño plano y el formato en Excel con lo solicitado.

## **SEMANA 7: DEL 31 DE MAYO AL 5 DE JUNIO DEL 2021**

Durante la semana 7, nuevamente realice reportes de las actividades principales del proyecto como lo son:

Reporte de Voladura: Cada vez que se realiza una voladura, se debe realizar un reporte en donde se especifiquen datos como, fecha de voladura, código, encargado de la voladura, ubicación del proyecto y de la grada en base a la topografía general del cerro, profundidad de la perforación, taco, volumen de la voladura, coeficiente del material, números de barreno por fila y total, espaciamientos entre perforaciones, factor de carga, peso de los explosivos y los explosivos que

se utilizaron. Se utiliza una página de Excel para llevar un control de los reportes. Esta semana se realizaron dos voladuras, ambas en la grada 45 y 117 con el fin de obtener más material para acarreo, ambas voladuras consistieron de 55 y 45 perforaciones cada una, se utilizaron diámetro de broca de 6 plg con una altura de 8 metros para cada perforación, se utilizó explosivo ANFO, Nitrato con componente como fanel dual o conexiones entre los agujeros, detonadores rocktar y faneles duales de detonaciones 17 milisegundos.

Reporte de Acarreo: Este reporte primero se ejecuta en el cerro, un persona observa de que grada se está usando material y luego lleva el conteo de la cantidad de viajes que realizan los dumpers asignados a ese grada, para un mejor control, se cuantifican los viajes utilizando las horas del día y luego se hace una suma total de viajes tomando en cuenta los dumpers de la grada que se utilizó para extraer el material, por último el reporte se envía a personal en oficina para que los datos se transcriban a una hoja en Excel. Esta semana se trabajaron las gradas 45, 117, 127, 135,155 y 168. Desde el lunes hasta el sábado se realizaron la cantidad de viajes: 329, 247, 178, 320 , 303 y 312 respectivamente, se realizaron viajes de tierra con el fin de rellenar un camino destinado para el paso de los camiones en función de lo planificado para la explotación de otra zona del cerro, la tierra se saco de la grada 117 y 127 con viajes de 114, 55, 95, 43 y 67. Estos viajes realizados desde la grada de extracción hasta la trituradora o primaria con material de Hooper (grava) y los de tierra desde la grada hasta la nueva rampa y para bordas.

Reporte de Bodega: Este reporte consiste en llevar un control diario de los materiales o suministros que la bodega provee a todo el proyecto. Se utilizaron más de 110 sacos de ANFO y más de 34 barriles de Nitrato, 100 explosivos de emulex con su respectivo cableado, un cable madre para la explosión, un cable cero para el contacto y un monitor detonante rockstar.

El día jueves de esta semana, con el Ing. Méndez afinamos las gradas, realizamos un vuelo con el dron y tomamos una fotografía en perfil de las gradas para que el supervisor de viajes se guie mejor y así pueda identificar de una forma más clara las gradas en donde se está extrayendo el material. (v. Figura 22)

Durante las inspecciones diarias en planta, pude observar que los canales de captación de agua durante la producción no estaban canalizados de forma correcta, esto es debido al paso del tiempo o la falta de mantenimiento de los mismos. (v. Figura 23, Figura 24 y Figura 25)

## **SEMANA 8: DEL 7 DE JUNIO AL 12 DE JUNIO DEL 2021**

Esta semana los reportes de las actividades se ejecutaron de la siguiente forma:

Reporte de Voladura: Esta semana se realizaron dos voladuras, ambas en la grada 117 con el fin de obtener más material para acarreo, ambas voladuras consistieron de 30 y 40 perforaciones cada una, se utilizaron diámetro de broca de 6 plg con una altura de 8 metros para cada perforación, se utilizó explosivo ANFO, Nitrato con componente como fanel dual o conexiones entre los agujeros, detonadores rocktar y faneles duales de detonacionde 17 milisegundos. Esta semana se probaron diferentes amarres para poder mejorar ciertos parámetros en la voladura, tales como reducir vibración, evitar el fly rock, entre otros.

Reporte de Acarreo: Este reporte primero se ejecuta en el cerro, un persona observa de que grada se está usando material y luego lleva el conteo de la cantidad de viajes que realizan los dumpers asignados a ese grada, para un mejor control, se cuantifican los viajes utilizando las horas del día y luego se hace una suma total de viajes tomando en cuenta los dumpers de la grada que se utilizó para extraer el material, por último el reporte se envía a personal en oficina para que los datos se transcriban a una hoja en Excel. Esta semana se trabajaron las gradas 45, 117, 127, 135,155 y 168. Desde el lunes hasta el sábado se realizaron la cantidad de viajes: 348, 349, 237, 384 , 303 y 340 respectivamente, se realizaron viajes de tierra con el fin de rellenar un camino destinado para el paso de los camiones en función de lo planificado para la explotación de otra zona del cerro, la tierra se saco de la grada 117 y 127 con viajes de 155, 22, 32, 42 y 47. Estos viajes realizados desde la grada de extracción hasta la trituradora o primaria con material de Hooper (grava) y los de tierra desde la grada hasta la nueva rampa y para bordas. (v. Figura 26)

Reporte de Bodega: Este reporte consiste en llevar un control diario de los materiales o suministros que la bodega provee a todo el proyecto. Se utilizaron más de 75 sacos de ANFO y

más de 18 barriles de Nitrato, 70 explosivos de emulex con su respectivo cableado, un cable madre para la explosión, un cable cero para el contacto y un monitor detonante rockstar.

Durante esta semana, el día miércoles 9 de junio, me toco cuantificar y ratificar el arribo de materiales y componentes para las voladuras en el polvorín. Se ingresaron 600 sacos de ANFO, 12 cajas de booster, entre otras. Y para mejorar el control en bodega, con la ayuda de algunos trabajadores, se ordenaron las bodegas y se realizó un conteo de todos los materiales y componentes. (v. Figura 27 y Figura 28)

Otra tarea que se me asigno esta semana fue supervisar de forma más detallada las perforaciones para las voladuras y se me asigno estudiar su proceso para poder mejorarlo (v. Figura 29). Se me entregaron los resultados que debía de obtener y con mis conocimientos mi trabajo era trabajar los cálculos para llegar a los resultados que la empresa necesitaba obtener en cada voladura. Trabaje en un Excel para el cálculo de agujeros según el área de las voladuras que se quería trabajar y también determine mediante cálculos resultados como fragmentación de roca y otros parámetros que se dan como resultados en cada voladura.

## **SEMANA 9: DEL 14 DE JUNIO AL 19 DE JUNIO DEL 2021**

Esta semana los reportes de las actividades se desarrollan de la siguiente forma:

Reporte de Voladura: Esta semana se realizaron dos voladuras, en la grada 117 y 135 con el fin de obtener más material para acarreo, ambas voladuras consistieron de 54 y 42 perforaciones cada una, se utilizaron diámetro de broca de 6 plg con una altura de 8 metros para cada perforación, se utilizó explosivo ANFO, Nitrato con componente como fanel dual o conexiones entre los agujeros, detonadores rocktar y faneles duales de detonaciones 17 milisegundos. Esta semana se probaron diferentes amarres para poder mejorar ciertos parámetros en la voladura, tales como reducir vibración, evitar el fly rock, entre otros. Se implementó un amarre que inicie desde la cara libre de la voladura, la dirección explosiva se dirigió hacia la parte solida de la grada, así se evita lo que es el flyrock, polvo producido por la explosión, etc.

Reporte de Acarreo: Esta semana se trabajaron las gradas 45, 117, 127,155 y 189. Desde el lunes hasta el sábado se realizaron la cantidad de viajes: 325, 358, 302, 312, 370 y 270 respectivamente,

se realizaron viajes de tierra con el fin de rellenar un camino destinado para el paso de los camiones en función de lo planificado para la explotación de otra zona del cerro, la tierra se sacó de la grada 117 y 127 con viajes de 142, 35, 28, 12 y 40. Estos viajes realizados desde la grada de extracción hasta la trituradora o primaria con material de Hooper (grava) y los de tierra desde la grada hasta la nueva rampa y para bordas.

Reporte de Bodega: Se utilizaron más de 96 sacos de ANFO y más de 24 barriles de Nitrato, 96 explosivos de emulex con su respectivo cableado, un cable madre para la explosión, un cable cero para el contacto y un monitor detonante rockstar. Se utilizaron faneles de 25 y CTD de 17 mm para crear las mallas y así mejorar el rendimiento del amarre en cuanto efectividad de fragmentación de la roca.

Durante esta semana, realice la toma de coordenadas para los cargues en las respectivas gradas. También actualice el inventario de bodega y de consignación, al igual que reportes de materiales utilizados en voladura. Uno de los problemas principales de la planta es la poca cantidad de agua para el lavado de los materiales. Para esto se me asignó dimensionar una pila de captación de agua, las dimensiones finales de la pila fueron de 40 x 12 metros con 5 metros de profundidad con talud de 2:1. (v. Figura 30 y

**Figura 31)**

Se trabajó el día domingo 20 de Junio con el operador de la excavadora, para que este siguiera al pie de la letra las instrucciones en cuanto las dimensiones de la nueva pila de captación de agua.

Durante la semana llego el grupo de Buffalo, una empresa que trabaja con cribas y otros elementos necesarios para un mejor tamizado de los agregados (v.

Figura 32). Ellos hicieron su propuesta y fuimos a planta a detallar los aspectos que ellos mejorarían dentro de la planta como empresa y en base a esto, le entregue las áreas a mejorar a mi jefe inmediato.

### **SEMANA 10: DEL 21 DE JUNIO AL 26 DE JUNIO DEL 2021**

Durante la semana 10, debido a que el proyecto va avanzando, las gradas se van reduciendo por ende se empezó a trazas semanas atrás una rampa para la movilización de la maquinaria en el futuro. El ingeniero me solito que calculara el volumen de material bajo la rampa nueva que se tiro en lo que sería la falda del cerro. Con ayuda de una aplicación pude sacar coordenadas y mediante esto y el uso de AGISOFT, pude calcular alturas y distancias. También para rediseñar la rampa, me solicito calcular una nueva pendiente para la nueva rampa. Según el trabajo que realice del día lunes al jueves, calcule un volumen de 77,484.794 metros cúbicos de material bajo la rampa y en base los datos y localización de la nueva rampa, pude determinar que en base a cálculos la rampa necesitara una pendiente de 24.31% para poder alcanzar lo que sería la grada 166 del cerro.

Para el área de voladura, hice mi primera propuesta para un amarre, este conto con 11 perforaciones y su amarre se desarrolló en forma de V, en conclusión la voladura fue un éxito y sus resultados se apegaron a lo que fueron los cálculos realizados en oficina. El día sábado, complete el formato de Excel para el cálculo de perforaciones y fragmentación de voladura (v. Figura 33, y Figura 34).

### **SEMANA 11: DEL 28 DE JUNIO AL 3 DE JULIO DEL 2021**

Para la semana número 11, se realizaron pocas actividades asignadas a mi persona, en si mi enfoque esta semana fue la de entregar los trabajos que realice durante la práctica y detallar ciertos puntos de mejora en algunas funciones que se ejecutan dentro del proyecto. Fuera de

esto, se hizo la entrega del consumo total de agua de la planta. Datos como capacidad de las pilas igual a 15211.86 metros cúbicos, la capacidad de las bombas en el proyecto, capacidad en los tanques de almacenamiento en 1003585 metros cúbicos, consumo de agua en planta en más de 931800 galones por día y bombeos de agua extraída del rio con más de 81000 galones.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES**

- 1) Como primera conclusión, puede decir que un ingeniero debe ser proactivo en todas las actividades en las que está involucrado y tratar de apoyar o trabajar en las que no, de esta forma se puede observar mejoras en el desarrollo de cada una de las actividades. La experiencia es fundamental en cualquier trabajo, por ende es importante tomar en cuenta opiniones e ideas de cualquier trabajador dentro del proyecto, sin importar el rango que este tenga.
- 2) Para el control de costos diarios, cierres para pago a contratistas, entre otros, es importante que se lleven a cabo la medición e inspección de las obras realizadas y el proceso con las que estas se realizan, particularmente en este caso de las obras de voladura, la cantidad de material y componentes que se utilizan. Una correcta y meticulosa medición, así como realizar los cálculos correctos ayudan a la empresa a llevar un mejor control de sus costos, verificar la calidad de la obra realizada y así evaluar el desempeño de los subcontratistas y su eficiencia con los materiales que se les brinda en el caso de que se realicen pequeñas obras civiles. Durante la estadía en el proyecto, se realizó un apoyo fundamental en la medición y entrega de los datos en limpio de la obra realizada, y reportándose cada semana, se realizaron reportes de voladura, de perforación, acarreo de materiales y de inventario de bodega y consignación.
- 3) Como última conclusión se puede decir que es de importancia llevar sistemas de control y seguimiento de cualquier proyecto que se esté llevando a cabo, control de calidad de la obra, así como dar seguimiento a alguna actividad principal en la que se encuentre el proyecto. Dentro del involucramiento con el control y seguimiento, se hizo mucho trabajo, como se mencionó anteriormente, en la elaboración de tablas y planos de soporte, mediciones de obra, con lo que se aportaba en la elaboración de formatos para cuantificar datos. También, se llevaron a cabo múltiples controles de actividades, como las de voladuras y hubo mucho trabajo realizado en el proceso de armado y ejecución de esta actividad.

## **CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES**

- 1) Como primera recomendación, se consideró que la empresa podría mejorar actividades de acarreo y voladura en base a la eficiencia en el desarrollo de cada una de estas. Para esto se debe de trabajar más lo que es la implementación de la parte teórica a la parte práctica o en campo. Aspecto de voladura a mejorar como el la supervisión de las perforaciones y las mallas o distancias entre agujeros es fundamental, la constante búsqueda en mejorar la eficiencia en cuanto la altura de columna explosiva que se le debe de dar a los agujeros según los parámetros con los que la voladura se vaya a ejecutar, parámetros como diámetro del agujero, altura de taco entre otros. Propuestas de amarres en cada voladura, esto debido a que todas las voladuras se rigen bajo diferentes factores que van variando según la zona donde las voladuras se vayan a realizar.
- 2) Otras de las recomendaciones que se debe de considera primordial en el proyecto es el tema de seguridad en las actividades que desempeña cada trabajador en su respectiva área laboral. Es claro que el objetivo fundamental de la seguridad minera es eliminar los riesgos de salud y brindar seguridad a los trabajadores de la mina, pero también la seguridad minera implica la reducción de riesgos en la planta con la maquinaria, las estructuras, los procesos mineros y todo lo asociado con la explotación del mineral. Es decir que las prácticas de seguridad minera se aplica tanto para el personal de la mina como para todos los equipos que la componen, así se protege al personal y se evita pérdida de equipos o maquinaria. Aspectos como siempre usar equipo de seguridad industrial minera, constante mantenimiento de la maquinaria, mejorar iluminación y visibilidad, etc.
- 3) Mejorar la imagen de la empresa, en temas de conciencia ambiental, desarrollo responsable y sustentable, estado incorruptible (lo pondría casi en primer lugar), comunidades participativas en el desarrollo de todas las etapas del proyecto y en el cuidado de los recursos, mejoras en obras públicas, accesos, educación, préstamos o ayudas para micro emprendimientos de la gente de las comunidad y beneficios mutuos

dentro de un entorno de confianza y de responsabilidad. El aporte de información y la transparencia de un emprendimiento minero hacia un sector específico de la comunidad son sustancial a la hora del debate, ellos deben tener una base de información fuerte para confrontar luego a los activistas antimineros con información firme, sustentable y verídica. El silencio nunca es buen amigo de nadie, hay que dialogar, debatir, escuchar, resolver y evaluar estrategias que beneficien a ambas partes en un entorno de compromiso ambiental y social.

## BIBLIOGRAFÍA

*BSG Institue.* (s.f.). Obtenido de <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/metodos-de-explotacion-subterranea-1135>

*Cranes and Machinery.* (s.f.). Obtenido de <https://www.gruasyaparejos.com/maquinaria/maquinaria-minera/>

*ESRI.* (s.f.). Obtenido de <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=759e05edc30441a2b200fd5a18837f33>

*GOB.* (2008). Obtenido de [https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones\\_geologicas/Explotacion-minera.html](https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Explotacion-minera.html)

Kit de Minería. (2012). 23.

*La minería Industrial.* (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/lamineriaindustrialjfubasddxxv/clasificacion-de-la-mineria>

(2006). *Metodos de Ingenieria a cielo Abierto.* Madrid.

*Wikipedia.* (s.f.). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%ADa#El\\_desarrollo\\_de\\_la\\_mina\\_y\\_el\\_ciclo\\_de\\_vida](https://es.wikipedia.org/wiki/Miner%C3%ADa#El_desarrollo_de_la_mina_y_el_ciclo_de_vida)

## ANEXOS



**Figura 1. Colocación de la letra "N" en el portón principal**



**Figura 2. Vista general del cerro donde está la piedra caliza.**



**Figura 3. Drill con las que se hacen las perforaciones para las voladuras.**



**Figura 4. Excavadora para extraer el material del cerro**



**Figura 5. Hopper o máquina trituradora**



**Figura 6. Drill que se utiliza para realizar las perforaciones para los sondeos**



**Figura 7. Tubería utilizada para los sondeos.**



**Figura 8. Excavadora a punto de extraer material**



**Figura 9. Camión articulado a espera de ser llenado o ya sea de piedra caliza o tierra**



**Figura 10. Pintado de oficinas**



**Figura 11. Vista del cerro de donde se extrae el material**



**Figura 12. Supervisión de extracción y acarreo de material.**



**Figura 13. Vuelo del dron**



**Figura 14. Ampliación de oficinas de báscula.**



**Figura 15. Acarreo de lodo especial.**



**Figura 16. Fragmentación de piedra con martillo operado.**



**Figura 17. Coordenadas de los puntos de cargue.**



**Figura 18. Drill alquilado a CERMACO.**





**Figura 21. Coordenadas de gradas de cargue.**



**Figura 22. Vuelo de dron.**



**Figura 23. Canalización en mal estado.**



**Figura 24. Bomba en mal estado.**





**Figura 27. Supervisión de estibado.**



**Figura 28. Sacos de ANFO.**



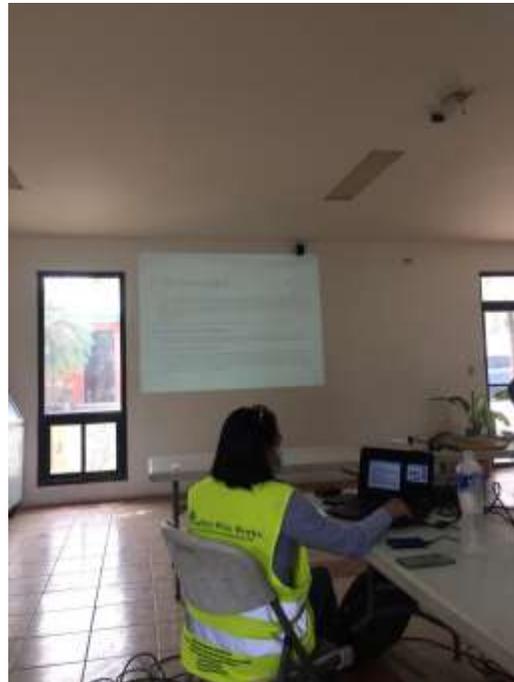
**Figura 29. Supervisión de perforaciones para voladura.**



**Figura 30. Pila para captación de agua.**



**Figura 31. Pila de captación de agua.**



**Figura 32. Charla de Buffalo Inc.**

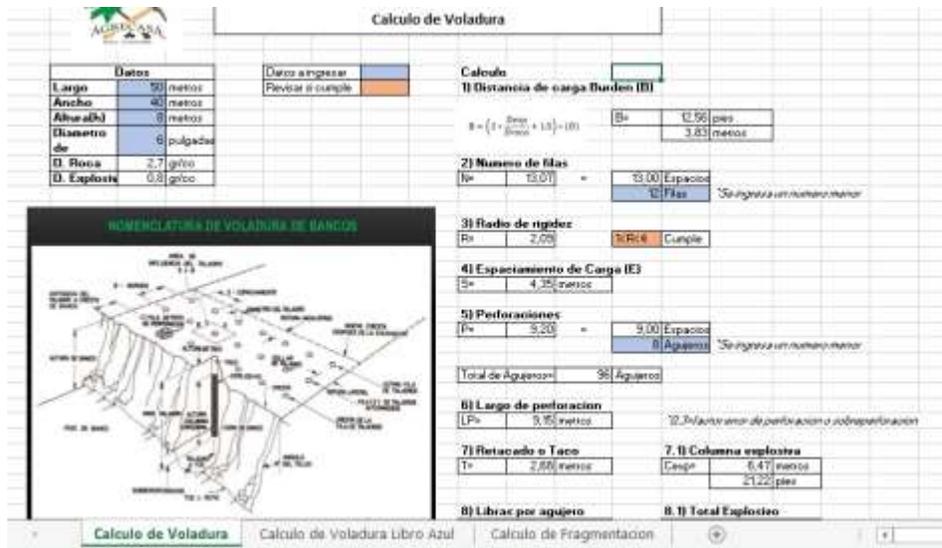


Figura 33. Formato de cálculo de perforaciones para Voladura.

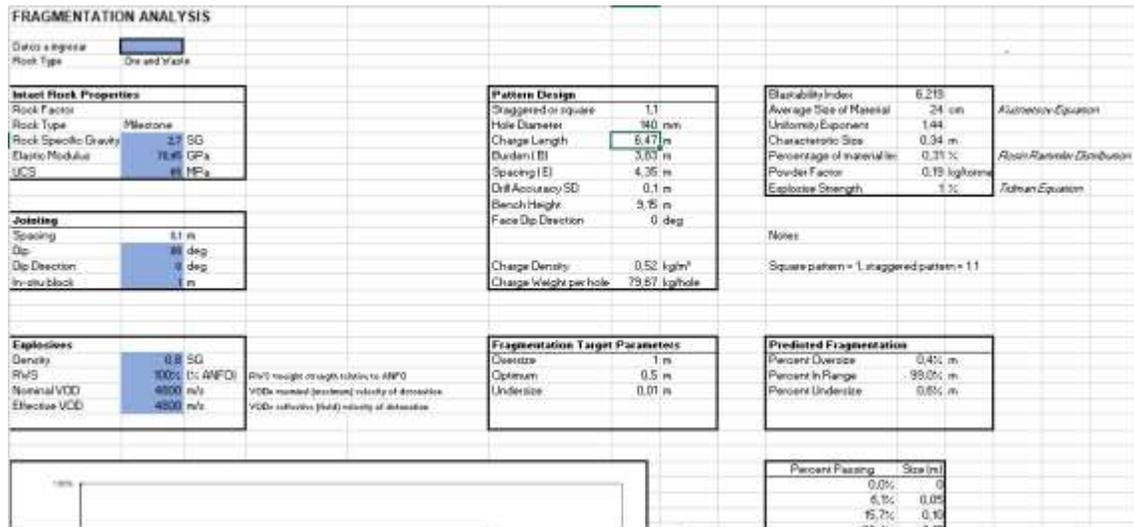


Figura 34. Calculo de fragmentación de Voladura.