

**PASANTÍA APOYO TÉCNICO AL DESARROLLO DE PROYECTOS DE OBRAS  
CIVILES DE LA EMPRESA MINERA OPERACIONES E INVERSIONES DE LA  
SABANA S.A.S.**

**MARÍA PAULA GARZÓN GONZÁLEZ**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TUNJA  
2020**

**PASANTÍA APOYO TÉCNICO AL DESARROLLO DE PROYECTOS DE OBRAS  
CIVILES DE LA EMPRESA MINERA OPERACIONES E INVERSIONES DE LA  
SABANA S.A.S.**

**MARÍA PAULA GARZÓN GONZÁLEZ**

**Trabajo de pasantía presentado para obtener el título de Ingeniero Civil**

**DIRECTOR:  
ING. JOSÉ RODRIGO MÉNDEZ ZULUAGA**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
TUNJA  
2020**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Tunja, 27/10/2020

## DEDICATORIA

*Este trabajo de grado es dedicado a mis padres Martha Sonia González Patiño y Luis Orlando Garzón Pinzón, quienes con apoyo y confianza me permitieron proyectar y crear mi futuro profesional, durante el proceso académico fueron mi fortaleza y me guiaron en cada uno de mis pasos logrando así llegar a un buen camino, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien. Gracias por apoyarme en todo momento en el transcurso de mi carrera, logrando un sueño que será cumplido con la lucha diaria para hacerlo realidad.*

*A mi hermano y cada uno de mis familiares a quienes quiero y admiro, quienes me apoyaron y me hicieron abrir tanto de mente y corazón, con el fin de terminar mi carrera a pesar de las dificultades, les deseo a cada uno los mejores éxitos en su vida personal y profesional, son mi espejo a seguir.*

## AGRADECIMIENTOS

*Les agradezco a mis padres, mi hermano, tíos y abuelos quienes me apoyaron en el transcurso de mi carrera con el fin cumplir mi sueño, gracias por todos los sacrificios los cuales marcaron una parte importante de mi vida.*

*A mis docentes que dedicaron cada día para instruir y compartir sus conocimientos y experiencias, para que el día de mañana sea una gran profesional, generando soluciones pertinentes a lo largo de la vida profesional.*

*Al ingeniero Carlos Silva quien fue mi guía y maestro para mi durante mi pasantía, y a la empresa Operaciones e Inversiones de la Sabana S.A.S, por su acompañamiento y enseñanzas tanto en el área minera como civil. Les deseo los mejores éxitos en su vida profesional y familiar.*

*A Krsna Sebastián Cepeda Orduz y a toda su familia, por el apoyo incondicional en todo este proceso y por su compañía. Gracias por las experiencias y las que faltan por vivir.*

## CONTENIDO

<b>GLOSARIO.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
<b>1. OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. MUNICIPIO TAUSA CUNDINAMARCA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. LA MINA ALEJANDRÍA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3. OFICINA PRINCIPAL- UBATÉ .....</b>	<b>20</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. DISEÑO DE UNA PLACA DE CONCRETO.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. DISEÑO DE CASETA PARA LA INSTALACIÓN DE DOS PLANTAS     GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3. SENDERO PEATONAL .....</b>	<b>31</b>
<b>3.4. TRABAJO MAQUINARIA AMARILLA.....</b>	<b>35</b>
<b>3.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO .....</b>	<b>39</b>
<b>3.6. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS .....</b>	<b>40</b>
<b>3.7. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.1. INSPECCIÓN DE TUBERÍA BAÑO HOMBRES .....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.2. PLANOS DE EDIFICACIONES MINA ALEJANDRÍA .....</b>	<b>44</b>

<b>4.</b>	<b>APORTES DEL TRABAJO.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.</b>	<b>APORTES COGNITIVOS .....</b>	<b>45</b>
<b>4.2.</b>	<b>APORTES A LA COMUNIDAD .....</b>	<b>47</b>
<b>5.</b>	<b>IMPACTOS DEL TRABAJO DESARROLLADO .....</b>	<b>49</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS MAGNÉTICOS .....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación Tausa .....	18
Ilustración 2 Ubicación de La Mina Alejandría .....	19
Ilustración 3: La Mina Alejandría.....	20
Ilustración 4: Malacate 20 hp.....	21
Ilustración 5: Vista en planta medidas del malacate .....	22
Ilustración 6 Descomposición de fuerzas .....	24
Ilustración 7 Vista en planta de la placa y planta eléctrica .....	28
Ilustración 8 Dimensiones de la columna.....	30
Ilustración 9. Despiece de la columna .....	30
Ilustración 10 Sendero Mina Alejandría.....	32
Ilustración 11 Nivelación del terreno .....	32
Ilustración 12 Construcción de formaleta .....	33
Ilustración 13 Vaciado del concreto .....	34
Ilustración 14 Proceso de adoquín del sendero peatonal.....	35
Ilustración 15 Arreglo de terraza.....	36
Ilustración 16 Conformación de una terraza del botadero.....	36
Ilustración 17 Limpieza de cuneta ubicada al costado del botadero .....	37
Ilustración 18 Instalación de tubería y relleno de zanja. ....	38
Ilustración 19 Construcción de cuneta primer tramo .....	38
Ilustración 20 Descargue y compactación de recebo en un tramo de la vía .....	39
Ilustración 21 Replanteo nueva terraza botadero .....	40
Ilustración 22 Zona de chatarra .....	41
Ilustración 23 Armado de jirafa .....	41
Ilustración 24 Instalación de jirafa .....	42
Ilustración 25 Embellecimiento de Zonas verdes.....	43
Ilustración 26 Inspección tubería baños hombre .....	44
Ilustración 27: Diseño 3D Caseta para dos plantas generadoras de energía.....	45
Ilustración 28: Despiece acero de refuerzo placa para malacate .....	46
Ilustración 29 Cartelera medidas preventiva a tener en cuenta al edificar su vivienda .....	47

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación cables de acero (6x19) Emcocables .....	23
Tabla 2 Masa de los materiales norma nsr-10 .....	25
Tabla 3 Dimensiones nominales de las barras de refuerzo norma NSR-10 .....	26
Tabla 4 Dimensiones planta de 500 kW .....	27
Tabla 5 Zona de amenaza sísmica departamento Cundinamarca.....	29

## GLOSARIO

- 1) **BOTADERO:** Área de disposición final de residuos sólidos sin ningún tipo de control y sin la adopción de medidas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales.
- 2) **CANTIDADES DE OBRA:** Proceso de cálculo para cada actividad constructiva, es conocido comúnmente como cubicación.
- 3) **CARBÓN:** Materia sólida, roca sedimentaria utilizada como combustible fósil, de color oscuro o casi negro, que resulta de la descomposición lenta de materia leñosa.
- 4) **COCHE MINERO:** Carros de madera o hierro para transportar el carbón o el mineral a la superficie. El término "coche" se utiliza especialmente en las labores mineras donde el transporte es manual (tracción humana).
- 5) **COMPACTACIÓN:** Es un proceso manual o mecánico que provoca una disminución de vacíos de materiales granulares.
- 6) **CONSTRUCCIÓN:** Es la técnica de fabricar edificios e infraestructuras. Se denomina *construcción* a todo aquello que exige, antes de hacerse, disponer de un proyecto y una planificación predeterminada.
- 7) **CONTAMINACIÓN:** Introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio, que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso.
- 8) **CONTROL DE CALIDAD:** Proceso donde se asegura la estandarización de la disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad y manufacturabilidad de un producto o servicio.
- 9) **CUNETA:** Zanja de desagüe en cada uno de los lados de un camino o carretera para recibir las aguas llovedizas
- 10) **DISEÑO:** Se refiere a un boceto, bosquejo o esquema que se realiza, antes de concretar la producción de algo.
- 11) **EMBELLECIMIENTO:** Acción que consiste en embellecer un persona, lugar o cosa.
- 12) **EXPLOTACIÓN:** Consiste en la utilización de diversas herramientas y maquinarias especiales, más recursos humanos, que permitirán obtener y

extraer aquellos minerales que se generaron y permanecen excepcionalmente en algunos suelos tras los diversos procesos geológicos acaecidos en nuestro planeta.

- 13) EXTRACCIÓN:** La extracción minera o minería, es la obtención selectiva de algunos minerales y otros materiales de la corteza terrestre, como: cobre, oro, carbón, plata, etc.
- 14) FACTOR DE SEGURIDAD:** Es el cociente resultante entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real al que se verá sometido. Indica la capacidad de exceso que tiene el sistema sobre sus requerimientos.
- 15) IMPACTO AMBIENTAL:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza
- 16) LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:** Es un estudio técnico y descriptivo de un terreno, examinando la superficie terrestre en la cual se tienen en cuenta las características físicas, geográficas y geológicas del terreno
- 17) MALACATE:** Es un equipo de elevación o tracción diseñado para levantar o tirar las cargas pequeñas a través de un el cable de acero enrollado alrededor del tambor accionado por una manivela. Muy usada en las minas para sacar minerales.
- 18) MANTENIMIENTO:** Acción que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.
- 19) MEDIO AMBIENTE:** Es un conjunto equilibrado de elementos que engloba la naturaleza, la vida, los elementos artificiales, la sociedad y la cultura que existen en un espacio y tiempo determinado.
- 20) MINA:** Masa mineral que rellena la grieta de una formación rocosa y que puede ser objeto de explotación.
- 21) NORMA COLOMBIANA DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE:** Es una norma técnica colombiana encargada de reglamentar las condiciones con las que se deben contar las construcciones con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable. (UNIVERSIDAD SANTO TOMAS, 2020).
- 22) NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS:** El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), es un organismo nacional de normalización en Colombia, el cual se encarga de la reproducción de normas técnicas y de calidad para empresas y actividades profesionales.

- 23) PLANTA GENERADORA DE ENERGÍA:** Las plantas convencionales de generación de energía producen electricidad por la conversión de energía primaria en energía eléctrica. Para esta conversión, los combustibles fósiles se queman con lo que se genera vapor de agua. Este vapor se utiliza para el accionamiento de turbinas acopladas a generadores.
- 24) PLACA DE CONCRETO:** Son consideradas como elementos estructurales bidimensionales planos. Hechas de concreto, una mezcla a base de cemento, pero mucho más resistente, se encargan de soportar una carga alta.
- 25) ROCA SUELTA:** Son aquellos tipos de rocas fracturadas, a muy fracturadas, rocas alteradas a muy alteradas, rocas estratificadas de origen sedimentarias y/o metamórficas.
- 26) RECICLAJE:** Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar. Previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de nueva materia prima, además de reducir el uso de energía, la contaminación del aire y del agua.
- 27) REPLANTEO:** Es el proceso de definir y medir en un terreno las dimensiones de la obra donde se realizará la construcción.
- 28) RESIDUO:** Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.
- 29) REUTILIZAR:** Volver a utilizar algo, bien con la función que desempeñaba anteriormente o con otros fines.
- 30) SENDERO PEATONAL:** Todas las superficies destinadas para la circulación peatonal en el ámbito del espacio público, conforman el sistema peatonal, el cual articula el acceso a los espacios públicos, las edificaciones y los sistemas de transporte.
- 31) SUPERVISIÓN:** Es un apoyo a la dirección empresarial al éxito, asegurando que las actividades a ejercer se logren fielmente los requisitos y especificaciones de documentos previstos.
- 32) TALUD:** El término refiere a la pendiente que registra el paramento de una pared o de una superficie. Esto permite que el muro pueda resistir la presión que ejerce la tierra detrás de él. Analizar la estabilidad del talud es indispensable para el desarrollo de un proyecto arquitectónico o de ingeniería civil.
- 33) VENTILACIÓN:** La ventilación de una mina consiste en el proceso de hacer pasar un flujo de aire considerable y necesario para crear las condiciones

óptimas para que los trabajadores se encuentren en una atmósfera agradable, limpia y sin gases.

**34) VÍA:** Espacio que, en las ciudades, posibilita que la gente y los vehículos circulen y accedan a las construcciones que se sitúan a sus costados.

## RESUMEN

El desarrollo de la pasantía se realiza en el Municipio de Tausa-Cundinamarca, en el sector de la Vereda el chorrillo en Mina Alejandría, durante un periodo de 4 meses en la empresa Operaciones e Inversiones de la Sabana S.A.S. El objetivo principal de este documento es mostrar las labores realizadas por el estudiante durante el desarrollo de la pasantía, describiendo cada actividad de manera clara.

En este tiempo se ponen a prueba las aptitudes del estudiante, desempeñándose en diversas labores dentro de las cuales se destacan la elaboración de diseños de obras civiles que se realizan en la empresa, bajo la supervisión del ingeniero a cargo. La supervisión del mantenimiento de la vía y arreglo de terrazas del botadero, actividades realizadas por maquinaria amarilla. La construcción de un sendero peatonal, con el fin de mejorar la movilidad y otorgar un espacio seguro a los trabajadores y visitantes de la mina. De igual forma se realiza la planeación del embellecimiento de zonas verdes, con el objetivo de reutilizar residuos buscando reducir la contaminación que estos provocan, atendiendo así a las necesidades planteadas por la empresa.

Esta experiencia le apporto nuevos conocimientos al pasante. La importancia de controlar cada proceso dentro de una obra de construcción, previniendo sobre costos y perdidas tanto de tiempo como de materiales. Este documento contiene gran parte de las fotografías tomadas durante la elaboración de cada una de las actividades en obra, y documentos que respaldan el buen desempeño de cada actividad mediante informes y planos.

**Palabras claves:** Mantenimiento, supervisión, construcción, embellecimiento, diseño, vía, residuos, reciclar.

## ABSTRACT

The development of the internship was carried out in the Municipality of Tausa-Cundinamarca, in the sector of Vereda el chorrillo in Mina Alejandría, during a period of 4 months in the company Operaciones e Inversiones de la Sabana S.A.S. The main objective of this document is to show the tasks carried out by the student during the internship, describing each activity clearly.

During this time, the student's aptitudes were put to the test, performing in various tasks, among which the development of civil works designs to be carried out in the company, under the supervision of the engineer in charge, stands out. Supervision of road maintenance and arrangement of dumpster terraces, activities carried out by yellow machinery. The construction of a pedestrian path, in order to improve mobility and provide a safe space for workers and visitors to the mine. In the same way, the planning of the beautification of green areas is carried out, with the aim of reusing waste, seeking to reduce the pollution that they cause, thus meeting the needs raised by the company.

This experience brought new knowledge to the intern. The importance of controlling each process within a construction site, preventing costs and losses of both time and materials. This document contains a large part of the photographs taken during the development of each of the activities on site, and documents that support the good performance of each activity through reports and plans.

**Keywords:** Maintenance, supervision, construction, beautification, design, road, waste, recycle.

## INTRODUCCIÓN

Durante el periodo de formación académica implementado en el área de ingeniería civil por parte de la Universidad Santo Tomas, se proporciona al estudiante diferentes herramientas teórico-prácticas, las cuales buscan promover la formación integral de las personas tanto en el ámbito de la educación superior como en la formación profesional. Por consiguiente, los estudiantes que eligen como trabajo de grado la modalidad de pasantía, tienen la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y así poner en práctica las habilidades y destrezas con las que pueden desenvolverse en el campo laboral.

La empresa Operaciones e Inversiones de la Sabana S.A.S tiene por objeto la exploración y explotación de carbón y sus derivados. El diseño y construcción de obras civiles complementan el desarrollo de actividades como es la operación y producción en Mina Alejandría. Esto con el objetivo de garantizar condiciones seguras que buscan velar por el bienestar integral de los trabajadores, cumpliendo así con uno de sus objetivos de la empresa.

En el presente informe se encuentra de manera detallada las actividades realizadas en el transcurso de la pasantía, cumpliendo con el reglamento de la Universidad con un total de 600 horas desarrolladas en la empresa anteriormente mencionada. Se dispone de varias herramientas suministradas en la formación académica, como lo es el uso de software AutoCAD para la realización de planos necesarios en el diseño y ejecución de obras. Se hace uso de programas de cálculo para la determinación de cantidades de obra y complementación de informes. Finalmente se realiza apoyo en supervisión de obras civiles, garantizando un proceso acorde a los requerimientos, siguiendo normas y especificaciones de construcción.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar apoyo técnico al desarrollo de proyectos de obras civiles de la empresa minera Operaciones e Inversiones de la Sabana S.A.S.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar diseños de obras solicitados por la empresa bajo supervisión del ingeniero a cargo, con el fin de optimizar el rendimiento y productividad de trabajo.
- Realizar el acompañamiento y supervisión de las obras civiles requeridas por la empresa, con el fin de garantizar su calidad y buena ejecución.
- Planificar las actividades de embellecimiento de zonas verdes con residuos sólidos producidos en la zona de trabajo, con el objeto de realizar el reciclaje de éstos.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

### 2.1. MUNICIPIO TAUSA CUNDINAMARCA

El municipio de Tausa se encuentra ubicado en la Provincia de Ubaté. Está situado a 5° 11' 45" N y 73 °53' 12" W a una altura de 2936 m.s.n.m. Este municipio se caracteriza por explotación de minas de carbón, consolidándose esta como uno de los recursos más importantes en la economía de los Tausanos. Cuenta con una extensión total de 204 km<sup>2</sup>, contando con una extensión urbana de 2 km<sup>2</sup> donde limita por el Norte con los municipios Carmen de Carupa y Sutatausa, al Sur con los municipios de Nemocón y Cogua, al Oriente por los municipios de Cucunuba y Suesca y al Occidente con los municipios de Pacho y San Cayetano; como se observa en la ilustración 1.

*Ilustración 1: Ubicación Tausa*



*Fuente: De Milenioscuro - Trabajo propio, CC BY-SA 3.0, (Mapa), Recuperado de Wikipedia*

## 2.2. LA MINA ALEJANDRÍA

La Mina Alejandría es una de las minas importantes perteneciente a la empresa Operaciones e Inversiones de la Sabana S.A.S. encargada de la exploración y la explotación de carbón y sus derivados. Se encuentra ubicada en el municipio de Tausa Cundinamarca, en el sector de la Vereda el chorrillo. Está situado a  $5^{\circ} 8' 41''$  de latitud norte y a  $73^{\circ} 55' 22''$  de latitud oeste; donde se presenta a una altura de 3030 m.s.n.m como se puede observar demarcada en la ilustración 2 como “La Mina Alejandría”.

*Ilustración 2 Ubicación de La Mina Alejandría*



*Fuente: Google earth, 2020 (Mapa), Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Mina+Alejandria>*

La Mina Alejandría (Ilustración 3) tiene a disposición alrededor de 90 trabajadores, en esta área de trabajo se encuentran las oficinas pertenecientes a esta. Cuenta con dos bocaminas debido a que son varios mantos de los cuales se extrae el carbón (Manto Quinta y Manto Cuarta) y dos bandas de superficie, las cuales se encargan de extraer el carbón a la superficie y separarlo según la zona donde explota.

También se puede apreciar una estructura donde se encuentran los compresores, estos tienen como función suministrar oxígeno, con ayuda de los ductos de ventilación que se encuentran ubicados a lo largo de la mina. Posee una zona de carga, un casino, un taller de mantenimiento, lampistería y un almacén donde se suministra los implementos a los trabajadores. Posee un centro de acopio donde se realiza el proceso de separación de cada uno de los residuos producidos en la zona

de trabajo, posteriormente se disponen a ser recogidos por la empresa correspondiente.

*Ilustración 3: La Mina Alejandría*



*Fuente: Google earth, 2020 (Mapa), Recuperado de <https://www.google.com/maps/place/Mina+Alejandria>*

### **2.3. OFICINA PRINCIPAL- UBATÉ**

La empresa Operaciones e Inversiones de la Sabana S.A.S. es una sociedad por acciones simplificada, su oficina principal se encuentra ubicada en la localidad de Ubaté, en el departamento de Cundinamarca. En estas instalaciones se desarrolla el planeamiento y administración de todas las actividades correspondientes a las minas que se encuentran bajo supervisión de la empresa.

El domicilio social de esta empresa es Carrera 2 1 F 237 LC 16, Ubaté-Cundinamarca. La cual tiene por objeto la exploración y la explotación de carbón y sus derivados, la compra y venta de carbón sus derivados y minerales en general, compra y venta de materias primas e insumos para minería y servicios de transporte de carga a nivel nacional.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En el proceso de desarrollo del trabajo de pasantía teniendo en cuenta los objetivos planeados, se lleva a cabo el cumplimiento de las actividades asignadas en el área de ingeniería civil bajo la supervisión del ingeniero Carlos Silva. La ejecución de la pasantía comprende un periodo de 4 meses, cumpliendo así en su totalidad con seiscientos cuatro horas (604), como soporte de estas se anexan bitácoras y registros fotográficos.

#### 3.1. DISEÑO DE UNA PLACA DE CONCRETO

La Mina Alejandría tiene como objeto la explotación de carbón por lo que requiere de un constante mantenimiento y avance en la extracción de este. Por lo tanto, se requiere construir una placa de concreto para la instalación y anclaje de un malacate de 20 hp como se puede observar en la ilustración 4, este se ubicará en el inclinado principal 500 guía 580 abscisa 0 Mina Alejandría. Será utilizado para transporte de materiales como madera, roca suelta, carbón y suministros, requeridos para la operación minera de manto 5 en los niveles 8 y 9.

*Ilustración 4: Malacate 20 hp*



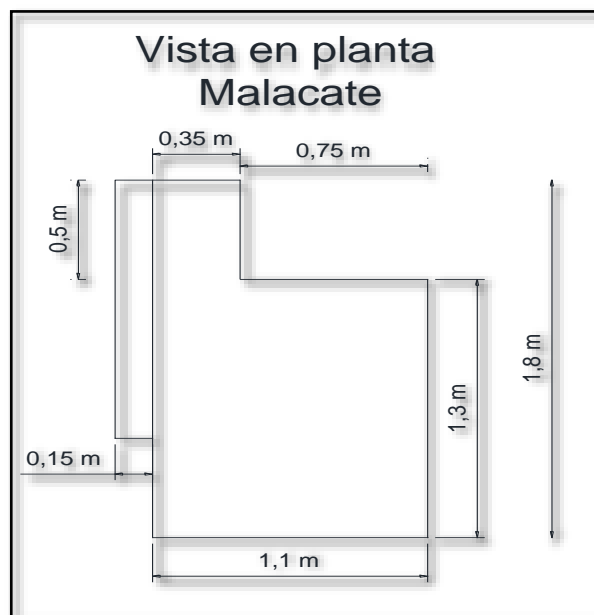
*Fuente: Autor*

Se realiza un prediseño y análisis de una placa de concreto para la instalación de un malacate, bajo supervisión del ingeniero a cargo, conforme a la NSR-10. Las

dimensiones correspondientes al malacate de 20 hp son de 1,1 metros de ancho, 1,8 metros de largo y 1 metro de alto como se observa en la ilustración 5. Estas medidas fueron tomadas bajo tierra por parte del personal encargado de mantenimiento de la mina.

Para el diseño de la placa se tiene en cuenta acceso para el personal de mantenimiento, carga ejercida por el malacate y ángulo de inclinación correspondiente al inclinado principal 500 donde será instalado. También se tiene en cuenta un factor de corrección correspondiente a un factor de suciedad, daños o posible descarrilamiento y normatividad respectiva para cada punto a desarrollar.

*Ilustración 5: Vista en planta medidas del malacate*



*Fuente: Autor*

Para el cálculo del peso total que se aplica en la placa de concreto, con el fin de hallar el factor de seguridad. Se tiene en cuenta la carga máxima, el peso del coche minero y el peso del cable. Para el cálculo de esta se toma la densidad de la roca suelta, dado que la densidad de esta es superior a la densidad de la madera y del carbón, que son otros materiales que serán transportados por el coche minero; este coche posee un peso aproximado de 0,2 toneladas especificado por el ingeniero a cargo. Se utiliza un cable de alma de acero 6x19, se tiene en cuenta el diámetro del cable a utilizar en el malacate que corresponde a ½ pulgada, tomado de la ficha técnica clasificación de cables de acero de Emcocables como se puede observar

en la tabla 1. Correspondiendo su peso aproximado a 0.687 kg/m, esta información se observa de forma clara en el **Anexo A.1 “Ficha técnica Emcocables”**.

Tabla 1 Clasificación cables de acero (6x19) Emcocables



### Clasificación

6X19 y 6X26 (AF – AA)

Construcción del Torón	
Item	Cantidad
Alambres	15 A 26
Alambres Exteriores	7 A 12
Capa de Alambres	2 A 3




Construcción del Cable	
Item	Cantidad
Torones	6
Torones Exteriores	6
Capa de Torones	1
Alambres en Cable	90 A 126

Ejemplos Típicos	
Cables	Torones
6x19S	1-6-9
6x19F	1-6-9-10
6x19WS	1-6-(1+1)-9
6x19WF	1-6-(1+1)-9-10
6x19S	1-6-9-11

Diámetro (pulg)	Alm de Fibra			Alm de Acero		
	Peso aproximado kg/m	Carga de rotura en Tons		Peso aproximado kg/m	Carga de rotura en Tons	
		IPS	EPS		IPS	EPS
1/4	0.136	2.74	3.01	0.177	2.94	3.40
5/16	0.244	4.26	4.69	0.308	4.58	5.27
3/8	0.352	6.19	6.71	0.386	6.56	7.55
7/16	0.479	8.27	9.10	0.526	8.89	10.2
1/2	0.626	10.7	11.8	0.687	11.5	13.3
9/16	0.792	13.3	14.9	0.970	14.5	16.8
5/8	0.978	16.7	18.4	1.074	17.7	20.6
3/4	1.408	23.8	26.2	1.546	25.0	29.4
7/8	1.927	32.3	35.4	2.104	34.6	39.8
1	2.523	43.8	46.9	2.748	46.9	51.7
1 1/8	3.188	58.3	57.9	3.478	58.5	65.0
1 1/4	3.911	64.8	71.1	4.294	68.4	79.9
1 3/8	4.733	77.7	85.5	5.195	81.5	96.0
1 1/2	5.632	92.9	101	6.184	98.9	114
1 5/8	6.610	107	118	7.257	115	132
1 3/4	7.666	124	136	8.417	133	153
1 7/8	8.889	141	155	9.662	152	174
2	10.013	160	176	10.984	172	198
2 1/8	11.394	179	197	12.411	192	221
2 1/4	12.873	200	220	13.924	215	247

La carga de rotura se debe multiplicar por 0.9072 para toneladas y multiplicar por 1.488 para kg/m.

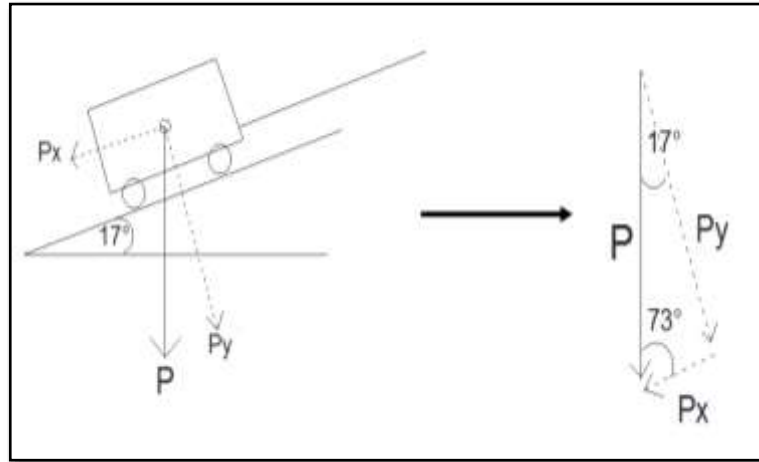
Fuente: Emcocables, Recuperado de <http://www.emcocables.co/wp-content/uploads/2019/05/cables-emcocables.pdf>

Para el computo de la carga de arrastre a utilizar, se tiene en cuenta una descomposición de fuerzas que afectan a la placa al momento en que el malacate ejerce una fuerza, el cual se presenta en una inclinación de 17 grados (°).

Para este cálculo se toma un peso (P) que va en función de la gravedad, el cual se halla anteriormente. Se procede a descomponerse en dos fuerzas correspondientes a Px y Py como se puede observar en la ilustración 6, con el fin de analizar la fuerza Px, fuerza que contrarresta la función del cable al ser halado por el malacate y la utilizada como carga de arrastre. Se obtuvo así la carga total, al cual se le adiciona un factor de corrección del 20% correspondiente a un factor

de suciedad, daños o posible descarrilamiento, con el objetivo de obtener un factor de seguridad según la tabla H.4.7-1, de la cual se tiene en cuenta la carga muerta y la carga viva según la NSR-10.

*Ilustración 6 Descomposición de fuerzas*



*Fuente: Autor*

Para determinar las dimensiones de la placa de concreto, se tiene en cuenta el espacio en el cual va a ser ubicado el malacate. Por sugerencia del ingeniero a cargo, la placa tendrá una base de 1,3 metros, una longitud de 2 metros y un espesor de 0,50 metros, teniendo en cuenta las dimensiones del malacate. Para el cálculo de la carga muerta se tiene en cuenta el cálculo del peso propio, que se halla con la densidad del concreto reforzado, tomada de la tabla B.3.2-1 de la norma NSR-10; donde especifica la masa de los materiales como se puede observar en la tabla 2 y las dimensiones de la placa mencionadas anteriormente. Se tiene en cuenta el peso del malacate correspondiente a 0,6 toneladas, dato proporcionado por el ingeniero.

Para el cálculo del refuerzo de la placa se utiliza un recubrimiento mínimo de 0,075 m según la norma sismo resistente título C.7.7.1, concreto construido en sitio (no preesforzado) numeral a, concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él. Comenzando con el cálculo de la altura efectiva, entiéndase esta como distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. Esta altura es correspondiente a la altura de la placa sin tener en cuenta la distancia que hay entre las fibras inferiores del concreto a tracción hasta el posicionamiento del acero de refuerzo.

**Tabla 2 Masa de los materiales NSR-10**

Tabla B.3.2-1 Masas de los materiales NSR-10			
Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
Acero	7800	Mortero de inyeccion para mamposteria	2250
Agua		Mortero de pega para mamposteria	2100
Dulce	1000	Piedra	
Marina	1030	Caliza, marmol, cuarzo	2700
Aluminio	2700	Basalto, granito, gneis	2850
Arena		Arenisca	2200
Limpia y seca	1440	Pizarra	2600
Seca de rio	1700	Plomo	11400
Baldosa ceramica	2400	Productos beluminosos	
Bronce	8850	Asfalto y alquetran	1300
Cal		Gasolina	700
Hidratada suelta	500	Grafito	2160
Hidratada compacta	730	Parafina	900
Carbon, apilado	800	Petroleo	850
Carbon vegetal	200	Relleno de ceniza	920
Cemento portland, a granel	1440	Tableros de madera aglutinada	750
Cobre	9000	Terracota	
Concreto simple	2300	Poros saturados	1950
Concreto reforzado	2400	Poros no saturados	1150
Corcho, comprimido	350	Tierra	
Estaño	7360	Arcilla humeda	1750
Grava Seca	1660	Arcilla seca	1100
Hieto	920	Arcilla y grava seca	1600
Hierro		Arena y grava humeda	1900
Fundido	7200	Arena y grava seca apisonada	1750
Forjado	7700	Arena y grava seca suelta	1600
Laton	8430	Limo humedo consolidado	1550
Madera tamiñada	600	Limo humedo suelto	1250
Madera seca	450-750	Vidrio	2600
Mamposteria de concreto	2150	Yeso en tableros para muros	800
Mamposteria de ladrillo macizo	1850	Yeso suelto	1150
Mamposteria de piedra	2200	Zinc en laminas enrolladas	7200

*Fuente: NSR-10, Titulo B-Capitulo B.3*

Se utiliza una cuantía mínima según la norma NSR-10, teniendo en cuenta la ecuación  $1,4/f_y$  especificada en el título C.21.5.2.1, en la cual  $f_y$  se toma como un valor de 420mPa obteniendo así un valor de 0,0033, valor que está expresando en porcentaje con respecto al área del concreto. Una vez se halla el porcentaje de área necesaria en acero con respecto al área efectiva del concreto, se calcula la cantidad de varillas que cumplan con este valor. Para esto se toma el diámetro como se puede observar en la tabla 3, tomado de las dimensiones nominales de las barras de refuerzo de la NSR-10.

Tabla 3 Dimensiones nominales de las barras de refuerzo norma NSR-10

TABLA C.3.5.3-2 DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO (Diámetros basados en octavos de pulgada)					
Designación de la barra (vease la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa Kg/m
		Diámetro mm	Area mm <sup>2</sup>	Perimetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	1.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.2	829	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1.3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El No. De la barra indica el numero de octavos de pulgada del diámetro de referencia

Fuente: NSR-10, Título C.3-Materiales

Por sugerencia del ingeniero se aplica refuerzo secundario. Por consiguiente, se toma en consideración el acero de refuerzo calculado anteriormente, al cual se le adiciona un empalme de 0,25 metros evitando así una ruptura y buscando desarrollar eficazmente la adherencia entre la barra y el concreto. Obteniendo así un mayor refuerzo como se observa en los planos de diseño incluidos en el **Anexo B.1 y B.2 “Planos Acero de refuerzo vista en perfil y vista en planta”**.

Por último, se procede a realizar el cálculo de los materiales necesarios para la obra. Para el cálculo final de los materiales se toma un 8 % adicional de material, 5% por desperdicio y un 3% por recortes. Posteriormente se entrega a gerencia para contemplar la viabilidad del proyecto. Esto se puede observar en el **Anexo C.2 “Informe placa para malacate de 20 hp”**

### 3.2. DISEÑO DE CASETA PARA LA INSTALACIÓN DE DOS PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Se realiza un prediseño y análisis de una caseta, para la instalación de dos plantas generadoras de energía eléctrica de 500 KW CATERPILAR, para proyecto en La Mina Alejandría, ubicado en Tausa-Cundinamarca, bajo supervisión del ingeniero a cargo, conforme a la norma NSR-10. Como se observa en la tabla 4, la planta generadora de energía presenta unas dimensiones según el mercado de 3,83 metros de largo, 1,13 metros de ancho y 2,25 metros de alto, esto se puede apreciar

de una mejor manera en el **Anexo A.2 “Ficha técnica planta generadora de energía Caterpillar”**. Se lleva a cabo pensando que ante una eventual falla del fluido eléctrico la mina cuente con un circuito de respaldo. Que permita en primera medida, garantizar las condiciones de ventilación y desagüe, y que eventualmente permita dar una capacidad de operación total la cual incluye toda la logística de producción.

Para este diseño se tiene en cuenta ventilación, acceso a la manipulación de las maquinas, mecanismos de contingencia ante posibles derrames de combustibles utilizados por los equipos, altura de la cubierta y normatividad respectiva para cada punto a desarrollar.

*Tabla 4 Dimensiones planta de 500 kW*

<u>DIMENSIONES Y PESOS</u>	
Largo .....	3.830 mm
Ancho .....	1.130 mm
Alto .....	2.250 mm
Peso con aceite y refrigerante .....	3.734 kg
Peso con aceite, refrig. y combustible .....	4.489 kg

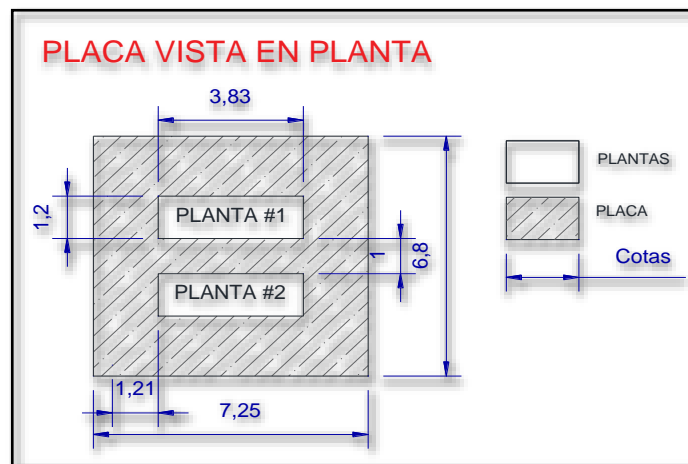
*Fuente: CATERPILLAR, Servicio de emergencia, 500 kVA, Recuperado de [http://www.finanzauto.es/images/documentos/productos/soluciones\\_energeticas\\_propulsion/diesel/EMCT\\_500\\_V09-16\\_-\\_C15D\\_TGSW\\_50050E02.pdf](http://www.finanzauto.es/images/documentos/productos/soluciones_energeticas_propulsion/diesel/EMCT_500_V09-16_-_C15D_TGSW_50050E02.pdf)*

Por sugerencia del ingeniero a cargo, se inicia con el dimensionamiento de la placa en base a la resolución 2400 de 1979 MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Se tiene en cuenta el artículo 12, este habla sobre la anchura mínima de los pasillos interiores de los locales de trabajo, indicando que debe ser de 1,20 metros. El párrafo 1º, hace referencia a una distancia mínima entre maquinas, señalando que no debe ser menor en ningún caso a 0,80 metros, por lo que se toma la decisión de diseñar con una distancia de 1 metro.

Considerando lo anterior y las dimensiones de la planta de energía (Tabla 4). Se asume una base de 7,25 metros, una longitud de 6,8 metros y un espesor de placa de 0,50 metros como lo muestra la ilustración 7.

Anteriormente citado la placa se dimensiona con un espesor de 0,50 metros. Se considera para el cálculo del acero un espesor de 0,25 metros, ya que la placa no sufrirá grandes esfuerzos de flexión. Por lo tanto, los 0,25 metros adicionales están dispuestos para la construcción de la trampa de aceites y combustibles por posibles derrames.

*Ilustración 7 Vista en planta de la placa y planta eléctrica*



*Fuente: Autor*

De esa manera para el cálculo del refuerzo de la placa se utiliza un recubrimiento mínimo de 0,075 m según la norma NSR-10 título C.7.7.1, concreto construido en sitio (no preesforzado) numeral a, concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él. Comenzando con el cálculo de la altura efectiva, entiéndase esta como distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción. Esta altura es correspondiente a la altura de la placa sin tener en cuenta la distancia que hay entre las fibras inferiores del concreto a tracción hasta el posicionamiento del acero de refuerzo.

Se utiliza una cuantía mínima según la norma NSR-10, teniendo en cuenta la ecuación  $1,4/f_y$  especificada en el título C.21.5.2.1, en la cual  $f_y$  se toma como un

valor de 420mPa obteniendo así un valor de 0,0033, valor que está expresando en porcentaje con respecto al área del concreto. Una vez se halla el porcentaje de área necesaria en acero con respecto al área efectiva del concreto, se calcula la cantidad de varillas que cumplan con este valor. Para esto, se toma el diámetro como se puede observar en la tabla 3, tomado de las dimensiones nominales de las barras de refuerzo de la NSR-10. Se observa de manera detallada en los planos de diseño incluidos en el **Anexo B.3 “Cimentación en planta”, Anexo B.4 “Plano vista en planta, Acero de refuerzo” y Anexo B.5 “Corte placa Acero de refuerzo”**.

Tabla 5 Zona de amenaza sísmica departamento Cundinamarca

NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de  $A_b$ ,  $A_v$ ,  $A_z$  y  $A_d$  y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos

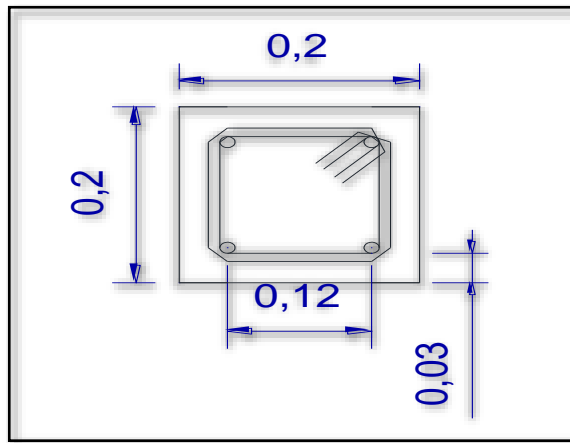
Samacá	25745	0.15	0.15	Intermedia	0.09	0.05
Soacha	25754	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Sopó	25758	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Subachoque	25769	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Suesca	25772	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Supatá	25777	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
Tota	25779	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Titatusa	25781	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Tinjo	25788	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tosa	25790	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tena	25797	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Tengo	25799	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tibacuy	25805	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Tibitá	25807	0.20	0.25	Alta	0.15	0.06
Tocaima	25815	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Tocancipá	25817	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Topaqui	25823	0.15	0.15	Intermedia	0.15	0.06
Ubaté	25839	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Ubaque	25841	0.20	0.25	Alta	0.12	0.06
Ubaté	25843	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Ure	25845	0.20	0.25	Alta	0.13	0.06
Urcá	25851	0.15	0.20	Intermedia	0.18	0.06
Veneza	25906	0.25	0.20	Alta	0.10	0.05
Vergara	25862	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Vianí	25867	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.06
Villagómez	25871	0.15	0.15	Intermedia	0.11	0.06

Fuente: NSR-10, Apéndice A-4

Continuando con el diseño de la caseta, se procede al dimensionamiento de las columnas, se calcula el área de la columna, tomando de referencia la zona sísmica en donde se desarrolla el proyecto. Debido a que este se encuentra ubicado en el municipio de Tausa-Cundinamarca, se toman los valores indicados en el Apéndice A-4 de la norma NSR-10 como se puede observar en la tabla 5.

Según la norma NSR-10, título CR10.8 para las dimensiones de diseño de elementos a compresión que pertenecen a la estructura principal, la dimensión mínima de la sección para columnas rectangulares corresponde a 0,20 metros, por lo que se toma la decisión de diseñarlo con este valor. Con base a lo antedicho, se utiliza un espesor de estribo o fleje de 3/8 de pulgada, varilla de 1/2 pulgada para el refuerzo vertical como se muestra en la tabla 3, y una separación mínima entre nudos de 0,05 metros como se puede visualizar en la ilustración 8.

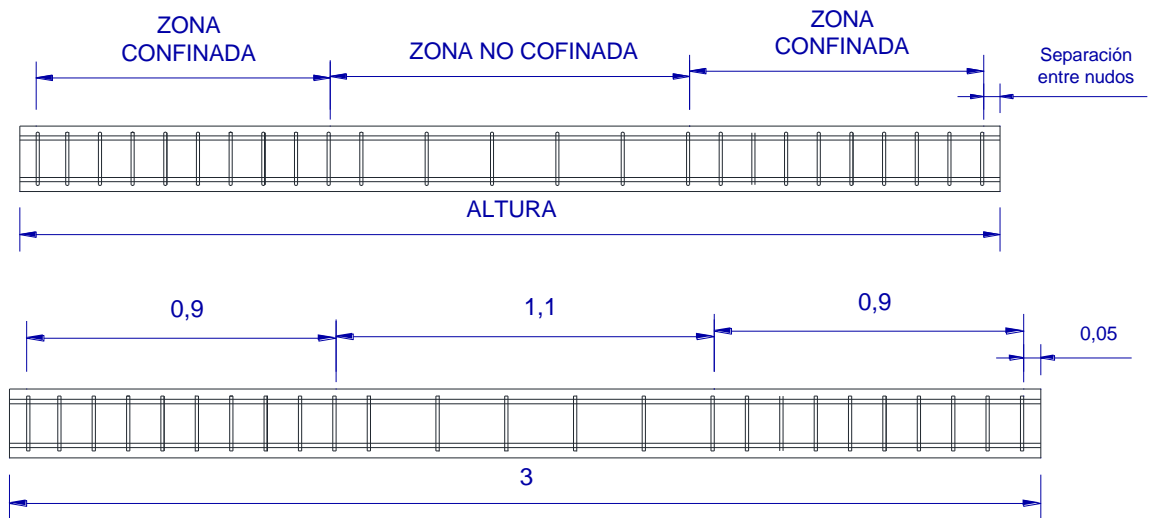
Ilustración 8 Dimensiones de la columna



Fuente: Autor

En vista a lo anterior, se diseña 4 columnas con una altura de 3 metros. Como se observa en la ilustración 9, se realiza el despiece correspondiente a una zona Confinada con una cantidad de 10 flejes de 3/8 de pulgadas ubicados cada 10 centímetros y en la zona no Confinada una cantidad de 5 flejes de 3/8 pulgadas cada 20 centímetros. Se observa de manera detallada en los planos de diseño incluidos en el **Anexo B.6 “Planos Columna”**.

Ilustración 9. Despiece de la columna



Fuente: Autor

La cubierta se diseña a dos aguas con teja fibrocemento ETERNIT #6. Sera sostenida por una estructura tipo cercha, con una inclinación de 13° como se observa en el **Anexo B.7 “Planos Cubierta”**. Con el objetivo de permitir el escurrimiento normal en caso de lluvias y evitar la acumulación sobre esta, ya que este proyecto se encuentra ubicado en una zona de lluvias fuertes a moderadas.

En dos sectores de la caseta se alza un antepecho de mampostería, compuesto por ladrillo común cocido. Por seguridad en el área donde no se realiza antepecho, se emplea malla eslabonada para cierre, para garantizar mejor acceso, comodidad y ventilación. Finalmente, se realiza una trampa de grasas con una capacidad aproximada de 90 Galones, con el objetivo de recolectar aceites o combustibles derramados por las plantas generadoras de energía, de manera que evite contaminar el medio ambiente. Su diseño se observa detalladamente en el **Anexo B.8 “Planos Trampa de aceites y combustibles”**.

Una vez diseñada toda la caseta como se puede apreciar en el **Anexo B.9 “Planos Caseta para instalación de dos plantas generadoras de energía”**, se procede a realizar el cálculo de materiales necesarios para la obra. Para el cálculo final de los materiales se toma un 8 % adicional de material, 5% por desperdicio y un 3% por recortes, esto se puede visualizar en el **Anexo C.3 “Informe caseta para la instalación de dos plantas generadoras de energía”**. Posteriormente se entrega a gerencia para contemplar la viabilidad del proyecto.

### **3.3. SENDERO PEATONAL**

Al observar la problemática que se presenta en la entrada a las instalaciones de La Mina Alejandría. Se plantea la propuesta de realizar la extensión de un sendero peatonal, debido a que en épocas de lluvia en este sector se forma lodo, ocasionando que el suelo se vuelva liso y resbaloso, lo que conlleva a presentar probabilidad de caída como se puede observar en la ilustración 10. Por esa razón se busca mejorar la movilidad y otorgar un espacio seguro tanto para trabajadores como visitantes de La Mina Alejandría.

*Ilustración 10 Sendero Mina Alejandría*



*Fuente: Autor*

Se realiza los respectivos planos correspondientes a la propuesta del sendero peatonal, con base a estos se realiza el cálculo de materiales. Se evalúan dos posibilidades de construcción de las cuales, una corresponde a la construcción del sendero peatonal en concreto y otra corresponde a la construcción de este en adoquín. Con el objeto de presentar el análisis de precio unitario de cada una, los cuales se entregan a gerencia para contemplar la viabilidad y presupuesto para el proyecto.

*Ilustración 11 Nivelación del terreno*



*Fuente: Autor*

Una vez presentado, se toma la decisión de realizar el sendero peatonal en tipo adoquín, por consiguiente, se ejecuta la respectiva requisición de materiales. Posteriormente se lleva a cabo la correspondiente descarga de materiales. Se comienza con la nivelación del terreno con una manguera, agua e hilo, con la intención de determinar los puntos de nivel, partiendo de una referencia establecida del inicio del sendero hasta el final de este, como se puede observar en la ilustración 11.

Se lleva a cabo el acompañamiento en el proceso de armado de la formaleta como se puede observar en la ilustración 12. Para tener una mejor estabilidad se pusieron estacas en la parte exterior de esta y se unen las secciones de madera con conectores de la misma, esto garantiza que al realizar el vaciado de la mezcla no presente modificaciones en las medidas impuestas en el diseño, posteriormente de comienza con el figurado de acero corrugado y amarre del mismo.

*Ilustración 12 Construcción de formaleta*



*Fuente: Autor*

Para nivelar y reducir la cantidad de arena a utilizar al adoquinar el sendero peatonal, se decide rellenar los cubículos de peña y realizar el proceso de compactación de la misma. Se engrasa la formaleta con aceite quemado cumpliendo con la función de que el concreto no se adhiera fácilmente a la formaleta y haga del desencofrado una operación rápida y eficaz.

Se realiza la mezcla de concreto simple garantizando las cantidades de esta. Al vaciar el concreto se deben respetar las dimensiones de diseño como se puede observar en la ilustración 13. Se procede con la remoción de la formaleta, una vez haya pasado el tiempo, el cual se requiere para que el concreto pueda ser desencofrado correctamente.

*Ilustración 13 Vaciado del concreto*



*Fuente: Autor*

Durante el proceso de curado del concreto, el material pierde humedad debido al cambio climático; por tal motivo se humedece para mantener el porcentaje de agua óptima de la estructura y no se presenten fisuras en esta.

Una vez se funde el concreto se procede a rellenar los cubículos con arena de peña, esto se realiza en vista de la filtración de agua y las frecuentes precipitaciones en el sector. Por esta razón se sube el nivel en el cual se posicionarán los ladrillos controlando así el posible asentamiento del adoquín; se continua con la acomodación del adoquín.

Por último, se dispone para el uso de trabajadores y administrativos de Mina Alejandría con el fin de mejorar y acelerar su asentamiento como se puede apreciar en la ilustración 14.

*Ilustración 14 Proceso de adoquín del sendero peatonal*



*Fuente: Autor*

### **3.4. TRABAJO MAQUINARIA AMARILLA**

En calidad de pasante, se brinda apoyo a la supervisión de las actividades realizadas por maquinaria amarilla, véase en el **Anexo A.3 “Informe trabajo maquinaria amarilla”**. Con el objetivo de cumplir con las funciones encomendadas por el ingeniero a cargo de acuerdo a las exigencias de la empresa, se realiza el contrato de prestación de servicios de una retroexcavadora con el fin de cumplir con las mismas. A continuación se presentan las actividades desarrolladas, a las cuales se realiza un continuo acompañamiento y monitoreo para garantizar que se cumpla con el objetivo propuesto.

- **Arreglo de terraza:** Se lleva a cabo la excavación y la extracción de peña para el arreglo de una terraza ya existente, como se observa en la ilustración 15. Esta área está cubierta por peña desplazada a causa las fuertes lluvias que se presentan en esta zona. Este proceso se realiza con un fin estético, teniendo en cuenta consideraciones paisajísticas, aclarando que no presenta problemas de inestabilidad de tipo profundo.

*Ilustración 15 Arreglo de terraza*



*Fuente: Autor*

- **Conformación de una terraza del botadero:** Presenta una inclinación de  $2^\circ$ , dato proporcionado por el ingeniero. Con el objetivo de conducir el agua hacia una cuneta que se encuentra en el extremo del botadero, con el fin de evitar el arrastre de material. Se ejecuta la distribución y compactación de peña del botadero como se puede apreciar en la ilustración 16.

*Ilustración 16 Conformación de una terraza del botadero*



*Fuente: Autor*

- **Limpieza de cuneta:** Como se aprecia en la ilustración 17 se realiza limpieza de cuneta ubicada al costado del botadero, con el objetivo de quitar desechos que dificultan el paso de agua acumulada y evita el buen flujo de esta a su destino.

*Ilustración 17 Limpieza de cuneta ubicada al costado del botadero*



*Fuente: Autor*

- **Se realiza zanja para instalación de tubería:** Con el objetivo de reducir riesgos de ruptura, debido al tráfico y movilización de camiones que transportan la madera por este sector como se puede apreciar en la ilustración 18.
- **Arreglo de patio:** Con el fin de restaurar la terraza para el descargue del carbon.

*Ilustración 18 Instalación de tubería y relleno de zanja.*



*Fuente: Autor*

- **Construcción de cunetas a lo largo de la vía:** Como se aprecia en la ilustración 19 se lleva a cabo la construcción de cunetas, con el objetivo de recibir las aguas acumuladas por las lluvias y conducir las hacia un lugar donde no provoque daños o empozamientos en la vía.

*Ilustración 19 Construcción de cuneta primer tramo*



*Fuente: Autor*

- **Mantenimiento de vía:** Descargue y compactación de recebo como se puede observar en la ilustración 20. Con el objetivo del mejoramiento de la vía, para lograr una óptima movilización de vehículos, motos y tractocamiones o vehículos de carga que transitan diariamente por esta, con el fin de conservar la vía en buen estado. Se realiza la compactación del recebo mediante una vibro compactadora de 10 toneladas.

*Ilustración 20 Descargue y compactación de recebo en un tramo de la vía*



*Fuente: Autor*

Las actividades anteriormente mencionadas se efectuaron satisfactoriamente en un tiempo aproximado de 30 horas, cumpliendo así con todos los objetivos propuestos de manera profesional y responsable.

### **3.5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Se requiere realizar un estudio técnico al botadero que se encuentra en La Mina Alejandria, debido a que en los últimos años se extrae gran cantidad de peña de la mina la cual es depositada en esta zona. Se ejecuta mediante uso de GPS, el cual administra las coordenadas correspondientes vease **Anexo C.1 “Coordenadas levantamiento topografico”** con la finalidad de hallar el área y su capacidad.

Por consiguiente, se elabora el replanteo de la nueva terraza del botadero. Para ello se hace uso de 10 estacas de madera de 60 centímetros de alto, tomando una distancia entre ellas aproximadamente de 3 metros. Se acordona la zona a una

distancia de 5 metros desde el borde del talud, empleando cinta de peligro como se puede visualizar en la ilustración 21. Este proceso se desarrolla con la finalidad de que los conductores de los vehículos de carga hagan la disposición correcta de la roca suelta.

*Ilustración 21 Replanteo nueva terraza botadero*



*Fuente: Autor*

### **3.6. APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS**

El aprovechamiento de residuos tiene como objetivo preservar el medio ambiente y así mismo ayudar a reducir la contaminación que estos provocan. Con la finalidad 40 de efectuar uno de los objetivos de la empresa que es reciclar, reutilizar y separar todos los residuos generados en Mina Alejandría. Se procede a realizar el planteamiento del proyecto de embellecimiento de zonas verdes empleando residuos reciclables como lo son: embaces plásticos, cartón, chatarra, como lo son los coches mineros y tubos de acero los cuales han cumplido su tiempo de útil, llantas desechadas, cascos, lámparas, etc. Estos se encuentran depositados en la zona de chatarra como se puede observar en la ilustración 22.

*Ilustración 22 Zona de chatarra*



*Fuente: Autor*

Con el objetivo de reutilizar los materiales desechados en la mina, se realiza la construcción de una jirafa para embellecimiento del sector. Comenzando con la recolección de los respectivos materiales, puesto que para la cabeza y cuello se reutilizan garrafones de aceite uniéndolos entre si con tubo de acero; para la parte del cuerpo se emplea el coche minero encontrado en la zona de chatarra como se puede observar en la ilustración 22 del cual ira soldada la cabeza, y las patas para las cuales se emplea troncos de madera.

*Ilustración 23 Armado de jirafa*



*Fuente: Autor*

Se lleva a cabo el armado de la jirafa como se puede observar en la ilustración 23. Previamente a la instalación, se procede a la limpieza correspondiente de la zona donde se ubicará la jirafa, debido a que presenta gran cantidad de cascará de madera. Se efectúa una excavación del terreno con el fin de dar estabilidad. Como se observa en la ilustración 24 se procede a la instalación de la jirafa en su respectivo lugar, finalizando así con la aplicación de una última capa de pintura generando un impacto visual tanto a los trabajadores de La Mina Alejandría como a sus visitantes.

*Ilustración 24 Instalación de jirafa*



*Fuente: Autor*

Cumpliendo con el objetivo de la empresa, se realiza varias actividades de embellecimiento de sectores verdes como se puede observar en la ilustración 25. Con el propósito de reciclar la mayoría de materiales desechados como los son: cascos, lámparas y llantas, debido a lo cual ya cumplieron con su vida útil correspondiente.

En conclusión, se contribuye con la reducción de contaminación que estos provocan al medio ambiente, generando un ambiente de trabajo sano que incentiva a los trabajadores al reciclaje de los residuos.

*Ilustración 25 Embellecimiento de Zonas verdes*



*Fuente: Autor*

### **3.7. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

En el proceso de pasantía se realiza varias actividades complementarias en La Mina Alejandría, las cuales se describen a continuación.

#### **3.7.1. INSPECCIÓN DE TUBERÍA BAÑO HOMBRES**

Debido a que se presenta una fuga en baños de hombres en La Mina Alejandría, se procede a la inspección de la tubería correspondiente a la zona de lavado, con el objetivo de examinar su estado.

Se lleva a cabo una fracturación al muro prefabricado como se puede apreciar en la ilustración 26, al realizar este procedimiento se observa una anomalía, al encontrar separado un tubo del codo principal. Se lleva a cabo un mantenimiento el cual consta de una limpieza, posteriormente se procede a la adherencia de las unidades de tubería. Finalmente, con un tiempo aproximado de dos horas, se cumple con el procedimiento de abrir el registro correspondiente y se analiza la tubería en la cual ya no se presentan fugas cumpliendo con el objetivo.

*Ilustración 26 Inspección tubería baños hombre*



*Fuente: Autor*

### **3.7.2. PLANOS DE EDIFICACIONES MINA ALEJANDRÍA**

Por solicitud del ingeniero a cargo se toman las respectivas medidas de las edificaciones existentes en Mina Alejandría, con el fin de realizar los planos correspondientes, los cuales se almacenarán en el registro de papeleo en caso de ser necesitados, estos planos se encuentran en los siguientes anexos:

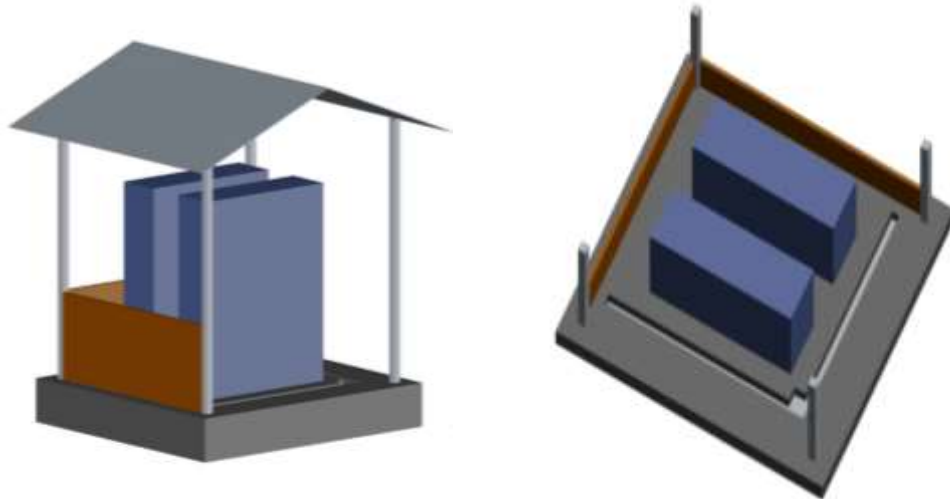
- Anexo B.10 Oficinas
- Anexo B.11 Baños
- Anexo B.12 Casa dormitorios y compresores
- Anexo B.13 Casino y almacén
- Anexo B.14 Lampistería, taller de mantenimiento y acopio de residuos

## 4. APORTES DEL TRABAJO

### 4.1. APORTES COGNITIVOS

Como pasante de ingeniería civil es importante aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. Los cuales han sido de gran importancia en el desarrollo de cada una de las actividades, de modo que se proporciona una solución eficiente y apropiada a cualquier problemática que se presenta.

*Ilustración 27: Diseño 3D Caseta para dos plantas generadoras de energía*



*Fuente: Autor*

Al observar que las obras civiles que se realizan en La Mina Alejandría no presentan un control de calidad, se procede a aplicar un debido proceso de planeación y desarrollo en cada una de las mismas. Esto da un mayor control a las estructuras que se realizan y una mayor calidad en el proceso de construcción de las mismas. Dando inicio a este control, se realiza un proceso de planeación en cada una de las obras civiles, las cuales son de vital importancia en el sector minero, ya que es prioridad garantizar mayor confiabilidad en la seguridad y calidad de estas.

Se realiza la planeación y diseño de obras civiles como lo es la caseta para la planta generadora de energía (Ilustración 27), la placa para la instalación de un malacate

de 20 hp (ilustración 28) y la construcción del sendero peatonal como beneficio a la comunidad de La Mina Alejandría. Estas actividades se ejecutan de la mejor manera con base a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera. Se realiza una propuesta innovadora de diseño de obras civiles requerías en la mina por parte de la empresa y se adquieren aportes nuevos por parte del ingeniero a cargo.

*Ilustración 28: Despiece acero de refuerzo placa para malacate*



*Fuente: Autor*

Al examinar el deterioro y poco mantenimiento del botadero de La Mina Alejandría, se realiza la supervisión del mantenimiento de este con frecuencia. Este se encuentra en mal estado, con un depósito de chatarra y viajes de peña, que depositan cada día los vehículos de carga, por lo cual se realiza el proceso de replanteo de nueva terraza, con el objetivo de evitar que los vehículos sigan depositando material en el borde del talud y cause inestabilidad en él. Se busca la protección de los taludes reconstruidos por la empresa buscando la reconformación de cobertura vegetal y cuidando así el medio ambiente. Con base a lo anteriormente mencionado se realiza levantamiento topográfico por GPS con la finalidad de hallar el área del botadero buscando analizar a un futuro la vida útil de este.

Se fomenta la salubridad pública al realizar una gestión de residuos sólidos generados en el área de trabajo. Este tiene como objetivo preservar el medio ambiente y así mismo ayudar a reducir la contaminación que estos provocan

Se aplica conocimiento adquirido en la formación académica en el diseño de cada uno de los proyectos a ejecutar por la empresa, cumpliendo con cada una de las

normativas relacionadas al área de ingeniería civil, aportando así conocimientos profesionales que garantizan calidad y seguridad en el desarrollo de las obras. En los anexos se pueden observar, los registros de los aportes de diseño de planos con su respectivo informe.

## 4.2. APORTES A LA COMUNIDAD

Como pasante se adquiere un gran compromiso tanto con la empresa como con cada uno de los trabajadores de Mina Alejandría. Siendo velador en los procesos de planeación, diseño y desarrollo de cada uno de los proyectos solicitados buscando una solución eficiente y apropiada a cualquier problemática que se presenta en cada una de las actividades adquiridas.

Cada uno de los proyectos diseñados a lo largo de la pasantía, se diseñan con el fin de proporcionar eficiencia de las actividades mineras y a la seguridad en el desarrollo de cada una de las mismas. El diseño de la caseta para la instalación de dos plantas generadoras de energía, cumple con la función que ante una eventual falla del fluido eléctrico, la mina cuente con un circuito de respaldo. Beneficiando este proyecto a cada uno de los trabajadores que hacen parte de esta comunidad. Con el objetivo de garantizar condiciones de ventilación y desagüe dentro de ella, cumpliendo así con uno de los objetivos propuestos, otorgando una mejora en el ambiente de trabajo en el interior de la mina.

*Ilustración 29 Cartelera medidas preventiva a tener en cuenta al edificar su vivienda*



*Fuente: Autor*

Se realiza un aporte positivo a la comunidad de La Mina Alejandría con la planeación y construcción de un sendero peatonal. Con el objetivo de mejorar la movilidad y otorgar un espacio seguro tanto para trabajadores como visitantes de la mina.

Por medio de una charla se proporciona información a los 90 trabajadores de La Mina Alejandría sobre medidas preventivas que se deben tener en cuenta al construir su vivienda. Como se observa en la ilustración 29 se realiza una cartelera informativa con el fin de dar a conocer cada uno de los puntos a evaluar. Se da a entender que al edificar su vivienda se tiene en cuenta los siguientes puntos:

- Ubicación en donde será construido, la cual cuente con los servicios básicos
- Plan de ordenamiento territorial (POT)
- Licencias de construcción y licencias ambientales
- Estudio de suelos
- Buena calidad de materiales
- Realización de un cronograma
- Mano de obra calificada
- Contar con profesionales.

Se lleva a cabo el embellecimiento de zonas verdes con el propósito de reciclar la mayoría de materiales desechados en la mina, los cuales ya cumplieron con su vida útil correspondiente. Se contribuye así con la reducción del impacto ambiental que estos provocan, generando un ambiente de trabajo sano que incentiva a los trabajadores al reciclaje de los residuos. Se incentiva a cada uno de los trabajadores a tomar una iniciativa de cuidado al medio ambiente, reciclando cada uno de los desechos de sus casas y separándolos de la mejor manera.

Finalmente se contribuye con la supervisión de Mantenimiento de la vía principal, con el objetivo del mejoramiento de esta. Se ejecuta con el fin de lograr una óptima movilización de vehículos, motos y tractocamiones o vehículos de carga que transitan diariamente por esta. Con la finalidad de conservar la vía en buen estado y disminuir el daño causado por el alto flujo de tractocamiones generado por la actividad minera en el sector. Beneficiando el desarrollo de este proyecto, a cada uno de los trabajadores que transitan por esta vía y a toda la comunidad que se ubica en la vereda el chorrillo.

## 5. IMPACTOS DEL TRABAJO DESARROLLADO

La ingeniería civil tiene como objetivo producir una utilidad concreta para la organización territorial de un país, mejorando así la calidad de vida de la población, con el fin de mitigar los riesgos que pueden atentar contra la integridad de las personas. Las obras civiles nacen de una necesidad, esta se desarrolla con infraestructura con el fin de cumplir con cada una de las necesidades de la población ya sea como vivienda, transporte, alcantarillado, etc.

El diseño y planeación que se presenta en el desarrollo de cada una de las obras civiles propuestas por la empresa, permite dar una mayor calidad a las estructuras y un mayor control en el proceso de construcción de las mismas. Dando inicio a este control, se realiza un proceso de planeación en cada una de las obras civiles, con el objetivo de proporcionar mayor confiabilidad en la seguridad y calidad de estas. Este objetivo se desarrolla a partir de procedimientos realizados con base a la normatividad, a partir de entrega de informes correspondientes al prediseño de cada obra a ejecutar. Teniendo en cuenta varios puntos para el diseño de la obra civil como es la accesibilidad, la ventilación, los posibles mecanismos de contingencia, es posible lograr una logística de producción completa, cumpliendo así con la capacidad de operación total de la mina.

Al brindar un seguimiento y control en la operación de mantenimiento del botadero de La Mina Alejandría, se logra optimizar a futuro la vida útil de este. Se propone la realización de un replanteo y levantamiento topográfico, con la finalidad del cuidado de los taludes ya conformados por la empresa. Se genera concientización con el cuidado y arreglo de las terrazas que conforman el botadero, restaurando zonas verdes garantizando un ambiente, en el cual los conductores de los vehículos de carga generen un hábito. Esto con el objetivo de que realicen la disposición correcta del material en su zona respectiva.

En la vía principal que conduce hacia La Mina Alejandría genera un impacto positivo con respecto a la reconstrucción de cunetas. Se realiza la supervisión de esta actividad, con el objetivo de quitar los desechos que dificultan el paso de agua acumulada y evitan el buen flujo de esta a su destino, cumpliendo como función recibir las aguas acumuladas por las lluvias y conducir las hacia un lugar donde no provoque daños o empozamientos en la vía. Se lleva a cabo el mantenimiento a la vía principal que conduce a la mina, con la finalidad de lograr una óptima movilización de vehículos, motos y tractocamiones o vehículos de carga que transitan diariamente, con el fin de conservar la vía en buen estado.

La comunidad de La Mina Alejandría tiene un impacto positivo, debido a la intervención que se logró al observar la problemática que se presenta en la entrada de las instalaciones. Debido a que en épocas de lluvia en el sector se forma lodo, ocasionando que el suelo se vuelva liso y resbaloso, lo que conlleva a presentar probabilidad de caída. Se lleva a cabo la supervisión de la ampliación del sendero peatonal, buscando mejorar la movilidad y otorgando un espacio seguro tanto para trabajadores como visitantes de Mina Alejandría, teniendo en cuenta el beneficio que este generara en el trabajo.

El aprovechamiento de residuos tiene como objetivo preservar el medio ambiente y así mismo ayudar a reducir la contaminación que estos provocan. El desarrollo de la actividad propuesta genera un impacto ambiental significativo con respecto a la reutilización de materiales que son desechos en la mina. Esta se realiza con la intención de cuidar al medio ambiente, cumpliendo con los objetivos principales de reciclar, reutilizar y separar todos los residuos. Esto genera un ambiente de trabajo sano que incentiva a los trabajadores al reciclaje de los residuos.

Como ingenieros civiles debemos minimizar todos los impactos negativos que genera el proceso de construcción de obras civiles en el medio ambiente. No obstante, en el desarrollo de las actividades complementarias que se desarrollaron en el transcurso de la pasantía, genera un impacto positivo tanto para los trabajadores de la mina como a sus visitantes proyectando así un cambio de ambiente y proporcionando una iniciativa del cuidado del medio ambiente. Por medio de la reutilización de cada uno de los materiales utilizados en cada una de las etapas de construcción.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Por medio de la pasantía se permitió afianzar los conocimientos adquiridos en el paso de la carrera, siendo velador en los procesos de planeación, diseño y desarrollo de cada uno de los proyectos solicitados buscando una solución eficiente y apropiada a cualquier problemática que se presentó en cada una de las actividades adquiridas. Se cumple con el objetivo metodológico de una pasantía: “ofrecer experiencia laboral útil para los jóvenes” (OIT, 2012).
- Se realizaron los respectivos diseños de las obras solicitadas por la empresa bajo supervisión del ingeniero a cargo. Se realizó el pre diseño y análisis de una placa de concreto para la instalación y anclaje de un malacate con el objetivo de avanzar con la extracción del carbón. Un prediseño de una caseta para la instalación de dos plantas generadoras de energía el cual se llevó a cabo pensando que ante una eventual falla del fluido eléctrico la mina cuente con un circuito de respaldo, que permita en primera medida, garantizar las condiciones de ventilación y desagüe, y que eventualmente permita dar una capacidad de operación total la cual incluye toda la logística de producción, cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas colombianas.
- Se adquirieron nuevos conocimientos respecto al área de minería y construcción bajo tierra, de los cuales para el pre diseño de la placa se tuvo en cuenta varios aspectos como lo es la humedad, la ventilación, el espacio, entre otros.
- Es importante tener en cuenta los desperdicios e inconvenientes que se pueden presentar en la requisición de materiales ya que la mina en la que se desarrollaran los proyectos queda en una zona aislada y poco concurrida
- Se realizó la respectiva planeación de embellecimiento de zonas verdes de Mina Alejandría con residuos reutilizados producidos en la zona de trabajo con el objetivo del aprovechamiento de residuos los cuales tienen como objetivo preservar el medio ambiente y así mismo ayudar a reducir la contaminación que estos provocan. Con la finalidad de efectuar uno de los objetivos de la empresa que es reciclar, reutilizar y separar todos los residuos.

- Mediante los informes semanales se permitió el control y avance en el desarrollo de cada una de las actividades establecidas por el ingeniero a cargo. Estos se apoyaban de registro fotográfico, informes y planos debido a que siempre debe quedar un registro escrito de las observaciones realizadas en el transcurso de la semana.
- Se cumplieron con las funciones delegadas por el ingeniero a cargo de acuerdo a las exigencias de la empresa. Destinada a la elaboración de diseños de proyectos, control de elementos de protección personal por parte de los trabajadores, entre otros, los cuales se desarrollaron de manera profesional y responsable.
- Se recomienda la realización de toma de muestras del concreto, por medio de la realización de cilindros, con el fin de garantizar la calidad del mismo. Teniendo en cuenta la Norma Técnica Colombiana 454 la cual establece el procedimiento para este tipo de muestras.
- Se recomienda a la empresa realizar una programación de obra y solicitar los materiales con anticipación para evitar percances en cuanto a tiempos, esto con anterioridad al inicio de la construcción con el fin de no permitir retrasos a la hora de entrega.
- Se recomienda un mayor acompañamiento con personal capacitado y certificado para el desarrollo de actividades de obra.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Caterpillar C15 PGCI Servicio Emergencia 500 kVA.* . (2016). Obtenido de [http://www.finanzauto.es/images/documentos/productos/soluciones\\_energeticas\\_propulsion/diesel/EMCT\\_500\\_V09-16\\_-\\_C15D\\_TGSW\\_50050E02.pdf](http://www.finanzauto.es/images/documentos/productos/soluciones_energeticas_propulsion/diesel/EMCT_500_V09-16_-_C15D_TGSW_50050E02.pdf)

*Emcocables, Cables Manejo, Clasificación, Factores de Seguridad Usos y recomendaciones.* . (2019). Obtenido de <http://www.emcocables.co/wp-content/uploads/2019/05/cables-emcocables.pdf>

*Google Maps.* (2020). Obtenido de <https://www.google.com/maps>

ICONTEC, N. (2020). *Normas Icontec (Guia 2020)*. Obtenido de <https://normasicontec.co/>

*Pasantías ¿una oportunidad o una trampa laboral? 2.* (2012). OIT.

*REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE.* (2010). Obtenido de Asociacion colombiana de ingeniería sismica: <http://www.idrd.gov.co>

*RESOLUCIÓN 2400 DE 1979.* (s.f.). Obtenido de Ministerio de trabajo y seguridad social: <http://ilo.org>

Segura, J. (1999). *ESTRUCTURAS DE CONCRETO I.* Cuarta edicion .

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS. (2020). *Conceptos Basicos.* Obtenido de [http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/leonardomartinez-tecnicasconstructivas-2/norma\\_nsr10.html](http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/leonardomartinez-tecnicasconstructivas-2/norma_nsr10.html)

## 8. ANEXOS MAGNÉTICOS

Anexo A.1 Ficha técnica Emcocables

Anexo A.2 Ficha técnica Planta generadora de energía CATERPILLAR

Anexo A.3 Informe trabajo maquinaria amarilla

Anexo B.1 Planos placa malacate acero de refuerzo vista en perfil

Anexo B.2 Planos placa malacate acero de refuerzo vista en planta

Anexo B.3 Planos caseta. Cimentación en planta

Anexo B.4 Planos caseta. Vista en planta acero de refuerzo

Anexo B.5 Planos caseta. Corte placa acero de refuerzo

Anexo B.6 Planos caseta. Columnas

Anexo B.7 Planos caseta. Cubierta

Anexo B.8 Planos caseta. Trampa de aceites y combustible

Anexo B.9 Planos caseta.

Anexo B.10 Instalaciones Mina alejandrina. Oficinas

Anexo B.11 Instalaciones Mina alejandrina. Baños

Anexo B.12 Instalaciones Mina alejandrina. Casa dormitorios y compresores

Anexo B.13 Instalaciones Mina alejandrina. Casino y almacén

Anexo B.14 Instalaciones Mina alejandrina. Lampistería, taller de mantenimiento y acopio de residuos

Anexo C.1 Coordenadas levantamiento topográfico

Anexo C.2 Informe Placa para malacate de 20 hp

Anexo C.3 Informe caseta para la instalación de dos plantas generadoras de energía

Anexo C.4 Informe propuesta sendero peatonal

Anexo D. Convenio

Anexo E. Bitácoras