



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS:

**CUBICACIÓN DE RESERVAS Y ELABORACIÓN DEL
PLAN DE MINADO ANUAL DE LA CANTERA DE
ARENISCAS CHAMISA, LLACANORA, CAJAMARCA,
2018**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR
BACH. BERNAL CASTILLO RENULFO**

CAJAMARCA - PERÚ

- 2018 -

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres Leoncio Bernal Quispe e Isolina Castillo Coronado, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una y otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por guiarme por el camino correcto, por ser un ejemplo de vida para mí, y por su apoyo incondicional durante mi formación profesional.

A los docentes de la escuela académico profesional de ingeniería de minas, por brindarme sus enseñanzas brindadas en mi carrera profesional.

A la Universidad Alas Peruanas – Filial Cajamarca por acogerme en sus aulas y brindarme una enseñanza de calidad.

RECONOCIMIENTO

A mi alma mater la universidad Alas Peruanas – Filial Cajamarca, por acogerme en sus aulas a lo largo del desarrollo de mis estudios profesionales, por brindarme docentes de calidad que con sus enseñanzas me convirtieron en un profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RECONOCIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación social	3
1.2.3. Delimitación temporal	3
1.2.4. Delimitación conceptual	3
1.3. Problemas de investigación.....	3
1.3.1. Problema principal	3
1.3.2. Problemas secundarios	4
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis y variables de la investigación	5
1.5.1. Hipótesis general	5

	Pág.
1.5.2. Hipótesis secundarias	5
1.5.3. Variables (Definición conceptual y operacional)	6
1.6. Metodología de la investigación	8
1.6.1. Tipo y nivel de investigación	8
1.6.2. Método y diseño de la investigación	8
1.6.3. Población y muestra de la investigación	9
1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	9
1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación ..	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	12
2.1.2. Antecedentes Nacionales	15
2.1.3. Antecedentes Locales.....	17
2.2. Bases teóricas.....	20
2.2.1. Cubicación de reservas	20
2.2.2. Rocas sedimentarias	30
2.2.3. Diseño de explotación de una cantera.....	33
2.2.4. Estabilidad de taludes.....	35
2.3. Definición de términos básicos.....	39
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	41
3.1. Ubicación.....	41
3.2. Accesibilidad	41
3.2.1. Extensión de la concesión	43
3.2.2. Extensión del área de explotación	43
3.3. Clima	44

	Pág.
3.4. Geología.....	45
3.4.1. Geomorfología	45
3.4.2. Geología regional.....	46
3.4.3. Geología local	46
3.4.4. Estratigrafía.....	48
3.4.5. Estructuras geológicas.....	49
3.4.6. Geología histórica	50
3.5. Caracterización del macizo rocoso.....	50
3.5.1. Ubicación de la estación	50
3.5.2. Caracterización de las discontinuidades.....	51
3.5.3. Clasificación según RQD (%).....	51
3.5.4. Clasificación geomecánica del RMR 89.....	52
3.5.5. Descripción de la estación	53
3.6. Cubicación de reservas	54
3.6.1. Tipo de recurso a explotar	54
3.6.2. Cálculo de reservas	54
3.6.3. Volumen de material a extraer	61
3.6.4. Vida útil de la cantera	61
3.7. Método de explotación	61
3.8. Parámetros y lineamientos de explotación	62
3.9. Diseño del tajo abierto en operaciones y explotación.....	63
3.9.1. Altura de Banco (H)	63
3.9.2. Ángulo de Talud del Banco:.....	63
3.9.3. Ancho de Vía (A).....	64
3.9.4. Ancho de Banqueta:	65
3.10. Cálculos de perforación y voladura.....	65

	Pág.
3.10.1. Cálculos de perforación	65
3.10.2. Cálculos de Voladura	68
3.11. Ciclo de minado	70
3.11.1. Desbroce.....	70
3.11.2. Extracción del Material.....	71
3.11.3. Carguío	72
3.11.4. Molienda (Chancado y Zaranda).....	72
3.11.5. Transporte.....	73
3.11.6. Área de Almacenamiento Temporal.....	73
3.12. Método de minado	73
3.13. Diseño del tajo en operaciones y explotación	74
3.14. Desarrollo y construcción	75
3.14.1. Instalaciones de almacenaje y servicio	75
3.14.2. Instalaciones Sanitarias	76
3.14.3. Instalaciones de manejo de residuos.....	76
3.14.4. Instalaciones de planta	77
3.15. Diseño de los límites de las instalaciones.....	78
3.15.1. Principales instalaciones de la cantera	78
3.15.2. Localización y diseño de las instalaciones.....	79
3.16. Diseño del Tajo	80
3.16.1. Análisis Geomecánico con el Software Slide	81
3.16.2. Programa de producción.....	82
3.17. Reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo	82
3.17.1. Título I: Disposiciones generales	82
3.17.2. Título II: Liderazgo, compromisos y política de seguridad	84
3.17.3. Título III: Derechos y obligaciones	91

	Pág.
3.17.4. Título IV: Estándares de seguridad y salud en operaciones ..	95
3.17.5. Título V: Estándares de seguridad en servicios	104
3.17.6. Título VI: estándares de control de los peligros existentes ..	106
3.18. Organigrama empresarial de A&J Contratistas S.R.L.....	109
3.19. Manual de organización y funciones	109
3.19.1. Funciones del cargo del gerente general	109
3.19.2. Funciones del cargo del contador	110
3.19.3. Funciones del cargo de secretaria	111
3.19.4. Funciones del cargo del administrador	111
3.19.5. Funciones del cargo del prevencionista e ingeniero de MA.	112
3.19.6. Funciones del cargo de supervisor jefe de mina.....	113
3.19.7. Funciones del cargo de capataz	113
3.20. Contrastación de Hipótesis	114
3.20.1. Prueba de hipótesis general	114
3.20.2. Prueba de hipótesis específicas	114
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
ANEXOS	121
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	122
Anexo 2: Instrumento: Ficha de descripción Macroscópica de Rocas	123
Anexo 3: Fotografías.....	124
Anexo 4: Planos y perfiles.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Relación de la investigación experimental.	9
Figura 2: Histograma de las varianzas kriging (V_k)	28
Figura 3: Elementos de una cantera.	35
Figura 4: Ruta desde Cajamarca hasta el Distrito de Llacanora.	42
Figura 5: Presencia de ladera con pendiente de aproximadamente 35°	45
Figura 6: Presencia de Escarpes con aproximadamente 50° de pendiente. ...	45
Figura 7: Columna estratigráfica de la Región de Cajamarca.	46
Figura 8: Afloramiento de la formación Farrat.	47
Figura 9: Presencia de depósitos cuaternarios coluviales en el Cerro Arena. 48	48
Figura 10: Estratos de arenisca de Formación Farrat, espesor de 0.5 a 1m. . 49	49
Figura 11: Familia de diaclasas delimitando la matriz rocosa en areniscas. ... 49	49
Figura 12: Familia de discontinuidades del macizo rocoso en areniscas. 51	51
Figura 13: Esquema del sistema de minado que se seguirá en el proyecto. .. 62	62
Figura 14: Diseño final de los taludes del tajo.	65
Figura 15: Diseño de perforación y voladura	67
Figura 16: Diseño de los taladros.	69
Figura 17: Terminología empleada en una mina a cielo abierto.	74
Figura 18: Diseño del tajo a explotar para el año 2017 – 2018.	74
Figura 19: Localización y diseño de las instalaciones.	79
Figura 20: Propiedades Ingenieriles obtenidos en el RocData 4.0.	80
Figura 21: Análisis del factor de seguridad en el diseño del tajo.	80
Figura 22: Análisis de los afloramientos de areniscas con el software Slide. . 81	81
Figura 23: Cantera Chamisa.	124
Figura 24: Extracción de areniscas en la cantera Chamisa.	124
Figura 25: Areniscas de la Fm. Farrat en la cantera Chamisa.	125
Figura 26: Proceso de selección de areniscas.	126

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables.	7
Tabla 2 Clasificación de recursos/reservas basada en kriging.	27
Tabla 3 Clasificación de sedimentos.	33
Tabla 4 Accesibilidad a la concesión Chamisa.	41
Tabla 5 Coordenadas UTM-WGS 84 de la Concesión Chamisa.	43
Tabla 6 Coordenadas UTM-WGS 84 del área de explotación.	43
Tabla 7 Clima en Cajamarca (Estación Weberbauer, 7°7'S, 78°27'W).	44
Tabla 8 Ubicación del macizo rocoso.	50
Tabla 9 Clasificación del macizo rocoso según RQD (%).	51
Tabla 10 Resultados de parámetros en caracterización de discontinuidades.	52
Tabla 11 Cálculo del volumen a extraer.	61
Tabla 12 Parámetros finales del diseño del tajo.	62
Tabla 13 Ángulos de Talud para Bancos en Trabajo y en Receso.	64
Tabla 14 Datos para \varnothing de barrenos.	66
Tabla 15 Datos de densidad de los explosivos que se utilizarán.	68
Tabla 16 Parámetros de Voladura.	70
Tabla 17 Cronograma de Actividades del Proyecto.	82

RESUMEN

La presente tesis se realiza en la concesión Chamisa ubicada en el caserío Santa Rosa, distrito de Llacanora, en la provincia Cajamarca, dicha concesión pertenece a la empresa A&J Contratistas S.R.L. La problemática radica en la necesidad de realizar la cubicación de reservas de la Cantera Chamisa, para hacer el mejor plan de minado, y que a partir de ella se logre realizar todos los objetivos planteados por la empresa "A&J Contratistas S.R.L.". el objetivo general es realizar la Cubicación de Reservas para la elaboración del plan de minado anual de la cantera y los Objetivos específicos son definir el tipo de recurso a extraer, calcular el volumen de material a extraer, determinar la vida útil la cantera y determinar el diseño del tajo adecuado para la elaboración del plan de minado. La hipótesis es que, con la realización de la cubicación de reservas, se podrá elaborar el plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa. Las conclusiones afirman que se realizó la cubicación de reservas en rocas areniscas cuarzosas con el fin de obtener agregados de materiales para construcción como piedra chancada; mediante el método de perfiles. La geología presente en el área de minado consta de areniscas cuarzosas blancas de grano medio a grueso de buena selección con una madurez textural de madura a supermadura y clastos subredondeados a redondeados de alta esfericidad, con presencia de pátinas de óxido de hierro en la matriz pertenecientes a la formación Farrat. La geomecánica se realizó mediante el RQD que es 59%, el RMR es 62 de calidad buena y el GSI 58. Se cubicaron las reservas de la cantera Chamisa, que son 1 639 600 m³, mediante el método de perfiles. El plan de desarrollo y la secuencia de explotación consiste en desbroce, para luego pasar a la extracción de la arenisca, posteriormente viene el carguío y molienda, para luego ser transportado o almacenado. La producción anual es de 72000 m³, y la vida útil de la cantera Chamisa es de 22.77 años.

Palabras Clave: **Reservas, cubicación, areniscas, plan de minado.**

ABSTRACT

This thesis is carried out in the Chamisa concession located in the Santa Rosa hamlet, Llacanora district, in the Cajamarca province, this concession belongs to the company A & J Contratistas S.R.L. The problem lies in the need to carry out the cubization of reserves of the Chamisa Quarry, to make the best mining plan, and from it to achieve all the objectives set by the company "A & J Contractors S.R.L.". The general objective is to carry out the Cubization of Reserves for the elaboration of the quarry's annual mining plan and the specific Objectives are to define the type of resource to be extracted, calculate the volume of material to be extracted, determine the useful life of the quarry and determine the design of the pit suitable for the preparation of the mining plan. The hypothesis is that, with the realization of the cubicization of reserves, the annual mining plan of the Chamisa sandstone quarry can be drawn up. The conclusions state that the cubicization of reserves in quartz sandstones was carried out in order to obtain aggregates of construction materials such as crushed stone; using the profile method. The geology present in the mining area consists of white quartz sandstones of medium to coarse grain of good selection with a textural maturity of mature to supermature and subrounded rounded clasts of high sphericity, with presence of patinas of iron oxide in the matrix belonging to the Farrat formation. The geomechanics was carried out using the RQD which is 59%, the RMR is 62 of good quality and the GSI 58. The reserves of the Chamisa quarry, which are 1 639 600 m³, were cubed using the profile method. The development plan and the exploitation sequence consists of clearing, to then move on to the extraction of the sandstone, then the loading and grinding comes, to be transported or stored later. The annual production is 72000 m³, and the useful life of the Chamisa quarry is 22.77 years.

Keywords: **Reserves, cubicization, sandstones, mining plan.**

INTRODUCCIÓN

El Perú posee una enorme riqueza en recursos naturales, tanto metálicos, no metálicos y energéticos, renovables como no renovables, que el hombre ha venido aprovechando muchas veces de manera irracional y desnaturalizada y sobretodo, sin control. Es por ello que se han promulgado leyes para buscar el control y la formalización de la explotación de los recursos.

Nuestra región, Cajamarca; además de los recursos minerales metálicos posee una gran riqueza de recursos mineros no metálicos, los mismo que vienen contribuyendo de una manera decisiva en el desarrollo del país y en la satisfacción de las necesidades de las personas, así como en la generación de fuentes de trabajo de las poblaciones locales. Uno de estos recursos son los agregados de construcción, que mediante procesos sencillos se obtienen materiales básicos y fundamentales para dicha industria.

El plan de minado en una Cantera es de gran importancia para tener un control de producción en operación, se aplica para lograr las metas u objetivos que se trazan en una unidad de producción de una empresa minera y ello va a depender del tipo de organización con que cuenta la empresa minera.

Para la ejecución de un buen plan de minado, son muchos los departamentos que influyen tales como: Geología, Minas, chancadora, mantenimiento, Seguridad, Logística, Ingeniería, etc. Principalmente el departamento de Minas planea la producción diaria y mensual en función de la capacidad productiva, para ello es preciso inventariar las reservas naturales (de la cantera) y planificar su explotación técnica con miras a un verdadero aprovechamiento racional.

El capítulo I, comprende el planteamiento metodológico, donde se describe la realidad problemática de no contar con una adecuada cubicación de reservas, la delimitación, problemas, objetivos, hipótesis y metodología.

El capítulo II, comprende el marco teórico referente a cubicación de reservas que son antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.

El capítulo III, se presentan los resultados, donde se describe la ubicación, accesibilidad, clima, geología, geomecánica, cubicación de reservas, método de explotación, cálculos de perforación y voladura, ciclo de explotación, diseño del tajo en operaciones, diseño de instalaciones, esquema de plan de minado y el contraste de la hipótesis.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial el crecimiento de infraestructuras es de gran demanda, por lo que se necesita del uso de recursos de agregados para dichas construcciones. En el mundo, según datos del Banco Mundial (2017), los lugares que distribuyen mayor inversión a las obras civiles de infraestructura son, continente asiático, seguido por Norteamérica y el medio oriente, por lo que ellos tienen una gran demanda de agregados en el campo de la minería no metálica.

En el Perú, la compra de agregados, ha ido en alza, debido al crecimiento de inversión en infraestructura, por lo que un buen plan de minado dentro de una cantera es muy importante, para poder estar en acorde con el crecimiento de la demanda de agregados.

Actualmente existe una demanda de agregados para la construcción en la región de Cajamarca, debido al crecimiento del área, por eso la concesión minera “Chamisa” de propiedad de la empresa “A&J Contratistas S.R.L.” pretende realizar la extracción de áridos para satisfacer esta demanda.

La empresa requiere de un plan de explotación para la zona ubicada en el cerro Arena cerca del Centro Poblado de Llacanora en el distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca. Esta ubicación presenta numerosas ventajas desde el punto de vista económico, como es la proximidad a la ciudad, y presencia de vías de acceso.

De no tener una planificación previa, el aprovechamiento del material se realizará en forma descontrolada, obteniendo una recuperación baja y dificultando las operaciones técnicas, además de la afectación injustificada del medio ambiente.

La razón de este requerimiento es principalmente el inicio de las operaciones de la empresa. El plan de explotación debe asegurar cumplir con la demanda del mercado local y nacional de agregados.

Esta propuesta del plan de explotación va a sugerir a la empresa un método de extracción basado en las características y estructuras del macizo rocoso, también presentará cálculos y modelos de las operaciones de carga, acarreo, voladura, suficientes para la puesta en marcha de las operaciones.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El proyecto de tesis se llevó a cabo en el distrito Llacanora, de la provincia y departamento de Cajamarca en la concesión minera Chamisa, de propiedad de la empresa A&J Contratistas S.R.L, desde Octubre del 2017.

1.2.2. Delimitación social

En el proyecto de tesis se contó con los pobladores del distrito de Llacanora a quienes impacta la explotación de la cantera Chamisa. Asimismo, se trabajó conjuntamente con los trabajadores de la empresa A&J Contratistas S.R.L.

1.2.3. Delimitación temporal

El estudio se llevó a cabo en el periodo del año 2018 entre los meses de febrero a mayo en la cual se realizó la cubicación de reservas para posteriormente elaborar una propuesta de plan de minado anual de la concesión minera Chamisa.

1.2.4. Delimitación conceptual

Para la realización de esta tesis se usaron los siguientes conceptos:

- Cubicación de reservas.
- Plan de minado anual.
- Explotación de areniscas.
- Cantera.

1.3. Problemas de investigación

1.3.1. Problema principal

¿Cuál es la cubicación de reservas para la elaboración del plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa, Llacanora, Cajamarca, 2018?

1.3.2. Problemas secundarios

- ¿Cuál es el volumen de material a extraer en la cantera Chamisa, que se explotarán según la elaboración del plan de minado anual?
- ¿Cuáles son las características de las areniscas a extraer en la cantera Chamisa para cubicar las reservas de interés?
- ¿Cuál es la vida útil de las reservas de la cantera Chamisa para la elaboración del plan de minado anual?
- ¿Cuál es el diseño del tajo adecuado para la elaboración del plan de minado?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Realizar la cubicación de reservas para la elaboración del plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa, Llacanora, Cajamarca, 2018.

1.4.2. Objetivos específicos

- Calcular el volumen de material a extraer en la cantera Chamisa, que se explotarán según la elaboración del plan de minado anual.
- Definir las características de las areniscas que se van a extraer en la cantera Chamisa para cubicar las reservas de interés.
- Determinar la vida útil de las reservas de la cantera Chamisa para la elaboración del plan de minado anual.

- Determinar el diseño del tajo adecuado para la elaboración del plan de minado.

1.5. Hipótesis y variables de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

Con la realización de la cubicación de reservas, se podrá elaborar el plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa, Llacanora, Cajamarca, 2018.

1.5.2. Hipótesis secundarias

- Calculando el volumen de material a extraer en la cantera Chamisa, se cubicará las reservas y se explotarán según la elaboración del plan de minado anual.
- Si se definen las características de las areniscas a extraer en la cantera Chamisa se lograrán cubicar las reservas de interés y se elaborará el plan de minado.
- Si se determina la vida útil de la cantera Chamisa, toando como base las reservas calculadas se elaborará el plan de minado anual.
- Si se determina el diseño del tajo se elaborará el plan de minado anual adecuado.

1.5.3. Variables (Definición conceptual y operacional)

1.5.3.1. Definición conceptual

Cubicación de reservas (variable independiente):

Actividad donde se estiman recursos minerales, obteniendo como resultado las toneladas de mineral rentable que se va a explotar (Toledo, 2015).

Plan de minado anual (Variable Dependiente):

Es el documento que contiene todas las actividades o acciones a realizar durante el período de explotación de una mina (Santos, 2012).

1.5.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 1
Operacionalización de las variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Cubicación de reservas	Es aquella porción del recurso indicado, eventualmente medido, económicamente extraíble. Esta Reserva incluye el material diluyente, y pérdidas de explotación. Se incluyen estudios de factibilidad, mineros, metalúrgicos, ambientales, económicos. (Galo, 2013)	Reservas Mineras	Cut Off
			Código JORCH
Plan de Minado	Labor de especificar cuáles son las tareas que intervienen en un proyecto, su duración en días, semanas o la unidad de tiempo que convenga y como están interrelacionadas entre sí todas las tareas y su secuencia (López, 2013).	Rendimiento	Toneladas
			Horas Producidas
		Producción	Toneladas
		Presupuesto de Operaciones	Soles
		Políticas Administrativas	Seguridad
			Salud Ocupacional
		Servicios Auxiliares	Personal
			Combustible
	Tiempo de producción	Horas/toneladas	
	Cubicación de reservas	Toneladas métricas	

1.6. Metodología de la investigación

1.6.1. Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

La investigación desarrollada es cuantitativa, ya que las reservas se van a cuantificar mediante la determinación de volumen para explotar en la cantera Chamisa.

b) Nivel de investigación

El nivel de la investigación es aplicativo ya que la cubicación de reservas se va a aplicar en las operaciones mineras de la cantera Chamisa de propiedad de la empresa A&J Contratistas S.R.L., siguiendo con el plan de minado aprobado por la Dirección Regional de Energía y Minas.

1.6.2. Método y diseño de la investigación

a) Método de investigación

Se aplicó el método analítico ya que se analizan las reservas de areniscas presentes para realizar el plan de minado la cantera Chamisa de propiedad de la empresa A&J Contratistas S.R.L.

b) Diseño de la investigación

El tipo de investigación fue cuasi-experimental ya que tratar de explicar cómo la cubicación las reservas beneficia en la elaboración del plan de minado.

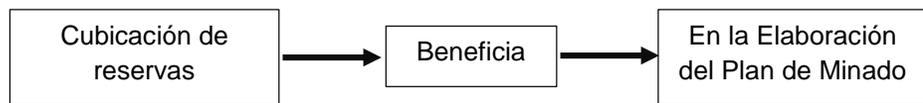


Figura 1: Relación de la investigación experimental.

1.6.3. Población y muestra de la investigación

a) Población

Concesión minera de areniscas Chamisa, ubicada en el distrito de Llacanora, en la provincia de Cajamarca.

b) Muestra

Se analizaron 5 estaciones de estudio dentro la Cantera Chamisa, para determinar las reservas mineras.

1.6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas

- Análisis bibliográfico

Esta técnica se realiza en gabinete, es previa a la toma de datos, y en esta etapa se determina el tema de investigación y se investiga en base a ella.

- La técnica de campo

Se realizó el acopio de información necesaria para ubicar las reservas de areniscas y a su vez se recolectarán los datos necesarios para la implementación de un plan de minado.

- La técnica de gabinete

Se analizó y procesó los datos obtenidos en campo y a su vez se elaborará el informe final.

b) Instrumentos

De acuerdo a las técnicas antes mencionadas se utilizaron los siguientes instrumentos de investigación:

- Fichas de descripción macroscópica de la roca: El cual nos permite describir las principales características de la roca, que son vistas de manera macroscópica como; el color, meteorización, porcentaje de cuarzo, y otros (Ver Anexo 2).

1.6.5. Justificación, importancia y limitaciones de la investigación

a) Justificación

Esta investigación, nace a raíz de que se necesita realizar la cubicación de reservas de la Cantera Chamisa, para hacer el mejor plan de minado, y que a partir de ella se logre realizar todos los objetivos planteados por la empresa “A&J Contratistas S.R.L.”, con el que se busca optimizar el mejoramiento de la productividad de la Cantera, a través de la reducción de tiempos de extracción, optimización de equipos, y otros.

Mediante la extracción del material en el predio y su mejora continua, se espera impulsar la productividad del sector, proporcionando empleos directos e indirectos, así mismo colaborando con la reducción del impacto al medio ambiente y contribuyendo con su desarrollo.

Con un diseño de ingeniería básico inicial, se puede planificar a futuro y predecir las áreas a explotar según los requerimientos. También se pueden afinar las operaciones básicas como perforación, voladura, carga y acarreo para lograr aumentar la

producción o disminuir los costos, minimizando la agresión al medio ambiente y cumpliendo con la demanda del mercado local y nacional de la industria de la construcción.

Por lo tanto, el planeamiento va a permitir la optimización de recursos, así como la reducción y mitigación de posibles impactos ambientales, de tal forma, que se mantenga una buena relación con las comunidades vecinas.

Esta investigación servirá a la empresa minera porque se plantea una alternativa para incrementar la productividad mineras, asimismo sirve como base teórica para aquellas personas que busquen información en perforación minera.

b) Importancia

Esta investigación es importante, pues al realizar la cubicación de reservas, se logrará desarrollar el plan de minado anual, con el que la empresa podrá operar en tiempos establecidos, generando una mayor productividad. Además, con ella se podrá controlar las operaciones y aumentando así la recuperación del material.

c) Limitaciones

La principal limitación es, la determinación de la profundidad del depósito de areniscas, para lo cual se ha realizado varios perfiles para contrarrestar los posibles errores de cálculo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Toledo, (2015). Presentó su tesis para obtener el título de ingeniero de minas y metalurgista, titulado: *Desarrollo del Proceso de Planeación, Ejecución y Control dentro del Área de Planeación Minera la Ciénega de Fresnillo PLC*, a la Universidad Nacional Autónoma de México, en la facultad de Ingeniería, en México. Su problema radica en la pregunta ¿La definición exacta del costo de producción unitario contribuye a una real y efectiva optimización de los recursos económicos?, tuvo por objetivo general implementar una metodología en materia de planeación de minas, que permita mantener y elevar los estándares de operación; y específicos definir el diseño de modelamientos de reservas, desarrollar y preparar las obras para la extracción del yacimiento, determinar la planeación de producción a corto, mediano y largo plazo, definir y evaluar el costo unitario de producción. Su metodología es netamente explicativa. Las conclusiones radican en que la planeación a mediano plazo realiza simulaciones de la manera en que el yacimiento se explotará, para ello se apoya del software Data Mine y se realiza una simulación del corte del rebaje realizando un rectángulo del ultimo corte (cielo del rebaje) y

a lo largo del rebaje, se considera 2.7 metros o 2.0 metros dependiendo si el rebaje se mina con jumbo o con máquina de pierna, en este caso sería 2.7 metros lo de la barra del jumbo de 14 pies. Las reservas probadas son de 6´940, 211 toneladas con una ley de 2.10 gr/ton de oro, 125 gr. /ton de plata, 0.04 % de plomo, 0.01 de zinc y un valor de mineral de 140 dólares /tonelada Las reservas probables son de 19´768, 186 toneladas con una ley promedio de 1.57 gr. /ton de oro, 148 gr. /ton de plata, 0.04 % plomo, 0.01 % de zinc y un valor de mineral de 123 dólares/tonelada Teniendo un total de reservas de 26´708, 397 toneladas con una ley de 1.71 gr. /ton de oro, 143 gr. /ton de plata, 0.04 % de plomo, 0.06 % de zinc y un valor de mineral de 128 dólares por tonelada tumbado y procesada con una dilución planeada de 15.2%.

Galo, (2013). Presentó su tesis para obtener el grado de magister en minería, titulado: *Modelo de Costos para la Valorización de Planes Mineros*, a la Universidad Nacional de Chile, en la facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, en Santiago, Chile. Su problema radica en que el proceso de valorización de bloques se realiza con un valor que puede ser distinto al costo de las fases en el tiempo. Su objetivo general consiste en desarrollar una herramienta que permita entender, cómo se comportará el costo en el tiempo que dura el programa de producción. Los objetivos específicos fueron trabajar sobre el diseño de fases existentes en la vida de un yacimiento, analizar las operaciones unitarias más importantes como carguío y transporte, construir un modelo que permita definir el comportamiento del costo en el tiempo del programa de producción e implementar una herramienta que permita entender y asociar un tipo de yacimiento. Las conclusiones dicen que es fundamental poder tener los mejores diseños mineros ya que estos impactarán directamente en el valor del costo, este varía en el tiempo en cerca de un 20% respecto del valor

medio usado en un principio, es fundamental revisar esta estimación para entender así el beneficio esperado del negocio. Dentro de una mina operativa las combinaciones de rampas-destinos implican existencia de sistemas de transporte con modelos de costos propios, que pueden ser utilizados para posteriores diseños de fases con el fin de minimizar el costo de mina asociado a transporte, que en la mina en estudio es aproximadamente el 45% del costo mina total. De las valorizaciones realizadas se puede observar cómo cambia el tamaño de las fases y no la secuencia de las fases.

López, (2013). Presentó su tesis para obtener el título de ingeniero de minas, titulado: *Diseño de un Método de Explotación para la Mina Colombia, CVG Minerven, El Callao, Estado Bolívar*, a la Universidad Central de Venezuela, en Caracas, Venezuela. El objetivo general fue establecer un método alternativo de explotación para el área de “El Bolsón” y los objetivos específicos fueron evaluar la estructura geológica y las reservas, analizar los diferentes métodos de explotación subterráneos y seleccionar el método de explotación más adecuado para obtener la mayor recuperación posible. La metodología fue netamente descriptiva. Las conclusiones radican en que el aprovechamiento de los recursos del Bolsón se realizará por el método PostPillar Stopping, mediante subniveles en los cuales se construirán galerías de producción para la extracción de mineral. Los subniveles se construirán en cámaras de 5 metros de alto dejando 10 metros de separación entre pilares que se encargan de soportar el techo. Esta separación es suficiente para la operación de los equipos. También se realizarán chimeneas de ventilación y de traspaso de mineral, así como una rampa de comunicación entre los niveles 5 y 6 la cual también servirá para acceso a las reservas de los subniveles superiores. Las reservas recuperables se estiman en 414.871ton y debido a la dilución durante la explotación el tenor promedio será 31,6

gr/ton. Se plantea la extensión de la infraestructura para el suministro de servicios en la zona, la colocación de 2 ventiladores auxiliares en el diseño de la zona a intervenir.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Cabrera, (2015). Presentó su tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas, titulada: *Planificación Minera en Mina Pucamarca de Minsur S.A.* a la Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, Lima, Perú. Su objetivo fue realizar la planificación minera de la mina Pucamarca, se utilizó la metodología correlacional entre distintos niveles de explotación. Se concluyó que, el valor de las reservas de la Mina Pucamarca con la nueva planificación incremento de 178 millones de dólares en el año 2012 a 235 millones de dólares, una vida útil de 10 años contados a partir del 2013 con una producción diaria de 17,500 toneladas por día de mineral, la relación desmonte mineral es de 0,32 con una producción anual promedio de 80,000 Oz de oro. Sin aumentar el perfil de equipos actuales es posible incrementar el movimiento de material anual hasta 11 Mt por año, esto será analizado en base a los permisos que se requieran, pero principalmente a la disponibilidad del recurso hídrico para el proceso de lixiviación. Actualmente la producción tiene un ritmo de producción de 17,500 toneladas por día de mineral; los resultados operativos indicarían una alta probabilidad de lograr una producción de 21,000 toneladas diarias de mineral.

Castro, (2015). Presento su tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas, titulada: *Propuesta de Implementación de Plan de Minado en La Cantero de Dolomita "Jajahuasi 2001" de la Comunidad Campesina Llocllapampa – Provincia De Jauja.* A la Universidad Nacional del Centro del Perú, en la Facultad de Ingeniería de Minas,

Huancayo, Perú. Tiene por objetivo realizar la propuesta de implementación, se usó la metodología descriptiva de las características geométricas de la cantera de Dolomita. Se concluyó que, la implementación de un plan de minado en la cantera de Dolomita es factible debido a que el cálculo de reservas hecho en la investigación arroja que se tiene 22'3634,470.51 TM de mineral entre las reservas probadas y probables, lo que representa una vida de mina de 65 años, al ritmo de producción propuesto, esto fue calculado mediante un levantamiento topográfico con la estación total R2 Plus 500 que nos permite tener todos los puntos a detalle, y con ayuda del software MineSight se modeló y cubicó el yacimiento. La inversión económica del proyecto que está representada por el 30% de inversión propia (453,747.70 \$) y el 70% de financiamiento bancario (1'058,744.63 \$), fue garantizada por la Junta Directiva de la empresa comunal y de la comunidad misma que afirman que la inversión propia es alcanzable por convenios y fondos internos. La recuperación del capital invertido se dará en el segundo año de iniciadas las operaciones, el crédito bancario será cancelado al tercer año de las operaciones, las utilidades netas anuales desde el cuarto año de operaciones serán 1'867,684.36 \$, cumpliendo con las obligaciones laborales como los beneficios al 100%, impuesto a la renta, utilidades a los trabajadores, todos estos aspectos garantizan la factibilidad de implementar de un plan de minado.

Luque, (2017). Presentó su tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas, titulada: *Estudio de Factibilidad en un Proyecto de Explotación de Rocas y Minerales Industriales en una Mina de Perlita*, a la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, en la Facultad de Geología, Geofísica y Minas, Arequipa - Perú. Su problema se basa en la pregunta ¿Sera Factible el proyecto de inversión de perlita tomando en cuenta las consideraciones técnicas? Su objetivo general

fue diagnosticar la factibilidad del proyecto los objetivos específicos fueron identificar la información requerida para desarrollar el planeamiento, proyectar un programa de explotación de acuerdo a las condiciones técnicas y económicas, determinar un método ahorrando costos excesivos. Su metodología fue experimental. Se concluyó que el precio se mantiene en ascenso año tras año, durante los últimos 6 años, lo que nos da relativa confianza a mediano y corto plazo, no habrá caídas estrepitosas en el precio de este mineral. Los equipos a utilizar y las compras de los mismos se realizarán de acuerdo a las necesidades reales y adicionales de la operación, de esta manera, optimizar los costos. El método de explotación seleccionado es canteras en ladera, es de fácil explotación y costo bajo, el desmonte puede precipitarse al barranco ahorrando costos en transporte. De acuerdo a los indicadores en los 2 casos, es favorable la inversión, pero como era de esperar en la evaluación financiera los beneficios son mayores. Los parámetros utilizados en la presente tesis son cercanos a la realidad y pueden ser mejoradas o cambiadas, para el mejor desempeño de los indicadores. Finalmente pudo concluir que el proyecto es viable y atractivo para invertir, un rubro que poco se conoce y aprovecha en nuestro país minero, comparando con otros proyectos a cielo abierto, no se requiere de grandes cantidades de inversión, esto puede servir como guía para posteriores trabajos.

2.1.3. Antecedentes Locales

Piérola, (2017). Presentó su tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas, titulada: *Optimización del Plan de Minado de Cantera de Caliza La Unión Distrito de Baños del Inca – Cajamarca*, a la Universidad Nacional del Altiplano, en la Facultad de Ingeniería de Minas, Cajamarca - Perú. El problema es ¿Cómo se puede optimizar el plan de minado mediante la evaluación de características

geomecánicas del yacimiento, reservas minerales y el ciclo de operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío y transporte en la cantera de caliza La Unión distrito Baños del Inca - Cajamarca? Su objetivo general fue evaluar las características geomecánicas del yacimiento, reservas minerales y el ciclo de operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío y transporte en la cantera. Los objetivos específicos fueron evaluar las características geomecánicas del yacimiento, reservas minerales en la cantera y evaluar el ciclo de operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío y transporte. El método es cuantitativo, método que otorga visión de la realidad demostraciones de la hipótesis, explicaciones y descripciones, hallazgos como espacio estructurado y estable. Se concluyó que los resultados de la caracterización de macizo rocoso de calizas demuestran un RMR 57 es una roca de calidad regular con una densidad en banco de 2.51 TM/m³ , con una potencia del estrato de 4.00 m a 5.00m aproximadamente, las reservas minerales de cantera de caliza La Unión distrito Baños del Inca - Cajamarca es 855972.00 TM, los resultados de la voladura son de 65 m³ de roca fragmentada o roca suelta diaria, el sistema de transporte es en volquetes Dodge 800 de 6 cubos como pequeño productor minero con carencia de un plan de minado adecuado, la producción diaria se ha adecuado a la capacidad 30 TM/día de calcinación de los dos hornos con una capacidad operativa de 50 % ,con esta producción diaria se logra una ganancia de US \$ 10 468.67 mensuales.

Guevara, (2017). Presentó su tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas, titulada: *Propuestas de un Plan de Minado para Mejorar la Productividad en la Cantera El Gavilán, al Sur de la Ciudad de Cajamarca, 2017*, en la Universidad Alas Peruanas, en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Cajamarca - Perú. El objetivo fue proponer un plan de minado para mejorar la productividad en la

cantera El Gavilán. Se utilizó la investigación cuantitativa, en el cual se logró proponer la mejora del plan de minado en la cantera El Gavilán, el cual permite incrementar la productividad de la cantera en un 22% durante el año 2007 (11%) y el año 2017 (33%). En las conclusiones se identificó los factores que contribuyen positivamente son la dureza de la roca: RQD (59% y 66%) y la obtención de materia prima de buena y regular calidad (RMR); por lo que los factores que afectan negativamente a la productividad de la cantera son el alto porcentaje de fracturamiento y la presencia de factores ambientales. Localizando el nivel de productividad antes de proponer el plan de minado en la cantera El Gavilán, era de 2097.6\$/día y el nivel de productividad después de proponer el plan de minado en la cantera El Gavilán, es de 2718 \$/día; esto implica que la productividad se incrementó en un 621\$/día.

Alarcón y Salazar, (2016). Presentaron su tesis para optar el título profesional de ingeniero de minas, titulada: *Evaluación Económica para Explotación de Arcillas Tipo Caolinita en la Concesión Minera Rumicucho, Centro Poblado Huayrapongo, Distrito de Llacanora, Provincia y Departamento de Cajamarca, 2016*, en la Universidad Privada del Norte, en la Facultad de Ingeniería, Cajamarca - Perú. La formulación del problema es ¿Es factible la evaluación de arcillas para la explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera no metálica Rumicucho? El objetivo general fue realizar la evaluación económica para la explotación de arcillas. Los objetivos específicos fueron reconocer geológicamente las arcillas, determinar las propiedades geoquímicas de las arcillas, calcular las reservas mineras de Arcillas, evaluar económicamente el yacimiento de arcillas y determinar el mercado que dicho producto tiene a nivel nacional como internacional. El tipo de diseño de investigación del presente estudio es No experimental, Transversal, Descriptivo. Se concluyó que las

arcillas se encuentran emplazadas estratigráficamente en la formación Carhuaz, caserío Huayrapongo. Se ha determinado la cantidad de minerales dentro de las muestras de caolinita, donde los más representativos son cuarzo, illita, montmorionita, caolinita, hematita y escasas cantidades de calcita. Estos resultados fueron emitidos por la empresa INGECONSULT & LAB S.R.L. Las reservas mineras calculadas mediante el método de inverso a la distancia son 194970.98 TM. La evaluación mediante CASH FLOW tenemos un tiempo de vida de 20.31 y un Pay Back de 1.06 por tanto el proyecto es viable. El precio del mercado es de 35 soles la tonelada puesto en cantera, su utilización es la cerámica, la concesión RUMICUCHO establecerá vínculos mercantiles con la empresa COMACSA CIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cubicación de reservas

Por estimación de recursos entendemos la determinación de la cantidad de materia prima contenida en un yacimiento o en una de sus partes. La mayoría de los recursos y reservas se calculan en toneladas métricas, solo la de los metales preciosos (oro, plata y platino) se calculan en kilogramos, los diamantes en quilates y las reservas de gas natural, arena, piedras para la construcción, agua subterráneas, se estiman en metros cúbicos. Esta cuantificación formal de las materias primas minerales estimada por procedimientos empíricos o teóricos se denomina Inventario Mineral. Este a su vez se expresa en términos de recurso y reservas (Vega, 2013).

La estimación de recursos es un fin de cada etapa de los trabajos de prospección y exploración de yacimientos minerales y este proceso

continua durante la explotación del depósito. Todos los trabajos de exploración de un yacimiento contribuyen ante todo a la estimación de las materias primas minerales (Alarcón y Salazar, 2016).

La estimación de recursos/reservas se considera un proceso continuo que se inicia con la exploración y recopilación de la información seguida de la interpretación geológica y la estimación de recursos. Posteriormente se consideran los factores modificadores (mineros, metalúrgicos, ambientales, legales etc.) y se arriba al estimado de reservas. Durante las operaciones de la mina los estimados previamente calculados son modificados por los resultados del control de ley y los estudios de reconciliación. En estos apuntes se hace mayor hincapié en la estimación de los recursos (Vega, 2013).

Estos trabajos tienen como objetivo fundamental la mejor estimación de la ley y el tonelaje de los bloques de un cuerpo mineral así como determinar los errores probables de la estimación con cierto nivel de confianza. La relevancia de las estimaciones depende de la calidad, cantidad y distribución espacial de las muestras y el grado de continuidad de la mineralización (Alarcón y Salazar, 2016).

La cantidad de reservas de un yacimiento, como uno de los factores principales que determinan su viabilidad económica, posee una gran influencia en la vida útil del yacimiento, su producción anual y la decisión final de construir la empresa minera (Alarcón y Salazar, 2016).

Los distintos métodos de estimación de recursos que se emplean en la actualidad son definidos por los principios de interpretación empleados y las técnicas de interpolación espacial. Así tenemos los métodos clásicos de cálculos desarrollados y utilizados desde los

principios de la minería hasta nuestros días, que se basan en procedimientos manuales y donde los principales parámetros son estimados a partir de la media aritmética y la media ponderada. Por otra parte, los métodos asistidos por computadoras que incluyen el método de ponderación por el inverso de la distancia y los geoestadísticos y que se fundamentan en procedimientos matemáticos de interpolación definidos a partir de información espacial y estadística presente en los datos. Estos métodos surgieron con el desarrollo de las computadoras (Vega, 2013).

a. Sistemas y criterios de clasificación de recursos y reservas.

El éxito de cualquier negocio minero depende directamente de la calidad de las estimaciones de los recursos y reservas realizadas a partir de la información generada durante las campañas de exploración (Cabrera, 2015).

Este cálculo, como cualquier estimación basada en un número limitado de muestras está sujeto a variaciones o errores respecto al valor real. De aquí precisamente surge la necesidad de establecer clasificaciones de recursos que indican los riesgos de las estimaciones realizadas (Vega, 2013).

Los principales sistemas de clasificación que se emplean hoy en el mundo se fundamentan en la confianza geológica y en la viabilidad económica. Todos los esquemas de clasificación hacen uso del grado de confiabilidad o certidumbre como factor discriminante entre las distintas clases, entre tanto ninguno de esos sistemas muestra claramente como calcular el error asociado con cada estimación. Un elemento que complica aún más el proceso de categorización es la imposibilidad de cuantificar el error cometido

en la creación del modelo geológico del yacimiento. Producto de las dificultades encontradas en cuantificar el error de estimación, los sistemas de clasificación se apoyan más en aspectos cualitativos que en medidas reales de la dispersión de los valores obtenidos. Dado este elemento de subjetividad es que se introduce en la mayoría de los sistemas de clasificación el concepto de persona competente (código JORC) (Cabrera, 2015).

Los principales métodos a través de los cuales los recursos minerales pueden ser categorizados se dividen en 2 grupos: (1) Criterios tradicionales o clásicos, (2) Criterios geoestadísticos (Vega, 2013).

- **Métodos tradicionales de categorización**

Los métodos tradicionales de categorización hacen uso de los siguientes criterios.

Calidad de los datos: La recuperación del testigo, el volumen de las muestras, la forma en que fueron tomadas y el método de perforación influyen directamente sobre la calidad de los datos. Los sectores donde existen problemas de representatividad o confiabilidad de los análisis deben ser excluidos de la categoría de recurso medido (Carrero, 2013).

Consideraciones tecnológicas: incluye determinados aspectos que pueden ser utilizados para discriminar o rechazar un recurso en una categoría dada. Como ejemplo se puede citar la presencia de elementos perjudiciales que impiden la buena recuperación o hacen extremadamente cara la extracción del

componente útil durante el proceso de beneficio (Carrero, 2013).

Continuidad geológica: La clasificación de recursos y reservas minerales depende en primer lugar de la comprensión de la génesis del yacimiento y de la valoración de la continuidad geológica del volumen mineralizado. Aquí es muy importante establecer la continuidad física o geometría de la mineralización o de las estructuras controladoras. La continuidad física o geométrica no es fácilmente cuantificable. Para establecer este tipo de continuidad es necesario interpretar los datos disponibles y establecer el modelo geológico del yacimiento sobre la base del conocimiento existente y la experiencia previa obtenida en depósitos similares (Vega, 2013).

Densidad de la red de exploración (grado de estudio): Para las distintas categorías se recomienda un determinado espaciamiento de la red de exploración lo cual está en función del tipo de yacimiento. Las redes para cada categoría se argumentan sobre la base de la experiencia (principio de analogía) en otros yacimientos similares (Vega, 2013).

Interpolación contra extrapolación: Los bloques cuyos valores han sido estimados por interpolación o sea están localizados dentro de la red de muestreo son clasificados en categorías más confiables que los localizados más allá de la última línea de pozos (extrapolados). La mayoría de los sistemas de clasificación exige no incluir bloques extrapolados en la clase de recursos medidos (Cabrera, 2015).

- **Alcance del variograma**

El variograma permite cuantificar la continuidad o nivel de correlación entre las muestras que se localizan en una zona mineralizada dada (Castro, 2015).

El grado de esa correlación ha sido frecuentemente utilizado para clasificar los recursos y reservas. Existen 3 clases de clasificación:

- Bloques en el área muestreada ubicados dentro del radio de influencia definido por el alcance del variograma.
- Bloques en el área muestreada ubicados más allá del radio de influencia definido por el alcance del variograma.
- Bloques dentro del yacimiento ubicados a una distancia grande de los pozos (incluyendo los bloques extrapolados) (Piérola, 2017).

Típicamente se han empleado 2 enfoques para clasificar los recursos usando el variograma.

El primero se basa en la subdivisión arbitraria del alcance observado. Ejemplo, todos los bloques estimados con un número mínimo de muestras y ubicados dentro de un determinado radio de influencia podrían ser clasificados como recursos medidos mientras que todos los bloques estimados con cierto número mínimo de muestras y localizados más allá del radio de influencia serían clasificados como indicados (Piérola, 2017).

En el segundo enfoque las categorías de recursos están basadas en los valores de la meseta. Por ejemplo, los bloques comprendidos dentro de un alcance del variograma correspondiente a $2/3$ del valor de la meseta pueden ser clasificados como medidos, el resto son indicados (Vega, 2013).

- **Predicción espacial - varianza Kriging**

El kriging permite obtener, además de la estimación del valor de un bloque, una indicación de la precisión local a través de la varianza kriging (V_k). Desde el inicio del desarrollo del Kriging la V_k ha sido empleada para determinar los intervalos de confianza de las estimaciones (Alarcón y Salazar, 2016).

Para esto es necesario asumir que esta se ajusta a un modelo normal o lognormal. Sin embargo, en la práctica es raro que los errores de estimación se subordinen a estos modelos de distribución (Vega, 2013).

Como para el cálculo de la varianza kriging se emplea solamente la configuración de las muestras en el espacio y no sus valores locales, esta no debe ser interpretada como una medida de la variabilidad local (Alarcón y Salazar, 2016).

Por otra parte como V_k es calculado a partir del variograma medio del yacimiento no es solo un índice de la disposición espacial de las muestras sino también caracteriza las varianzas medias globales permitiendo la discriminación entre las clases o categorías de recursos (Vega, 2013).

Tabla 2

Clasificación de recursos/reservas basada en la cuantificación del error a partir de la desviación estándar kriging.

Autores	Probada	Probable	Posible	Inferida
Diehl & David (1982)	Error: +- 10% Conf.: >80%	Error: +- 20% Conf.: >60-80%	Error: +- 40% Conf.: >40-60%	Error: +- 60% Conf.: >20-40%
Wellmer (1983)	Error: +- 10% Conf.: >90%	Error: +- 20% Conf.: >90%	Error: +- 30% Conf.: >90%	Error: +- 50% Conf.: >90%

Fuente: (Vega, 2013).

El método propuesto por Diehl y David (1982) se basa en definir niveles de confianza y de precisión (error): la precisión se expresa en función de la desviación estándar kriging y el valor estimado kriging (Vega, 2013).

$$\text{Precisión} = ((k \times 100 \times Z1 - 0) / tki$$

Donde:

K - Es la desviación estándar kriging

tki - Valor del bloque estimado por kriging

Z1- Valor de la variable estandarizada distribuida normalmente con un nivel de confianza (1- 0) (Luque, 2017).

Si se fija la precisión en 10 % (reservas probadas) entonces se puede determinar la razón (k/ tki que divide las reservas probadas de las probables (Vega, 2013).

$$10 = ((k \times 100 \times Z80) / tki$$

$$(k / tki = 10 / (100 \times 1.282) = 0.078$$

Es bueno señalar que no existe consenso internacional sobre los niveles de confianza y precisión que deben tener las distintas categorías de reservas (Luque, 2017).

El segundo método para categorizar los recursos se basa en la construcción de la función de densidad de probabilidades o el histograma de las varianzas kriging. El histograma se examina para detectar evidencias de poblaciones complejas que pueden representar 3 poblaciones superpuestas (probable, posible e inferida) (Vega, 2013).

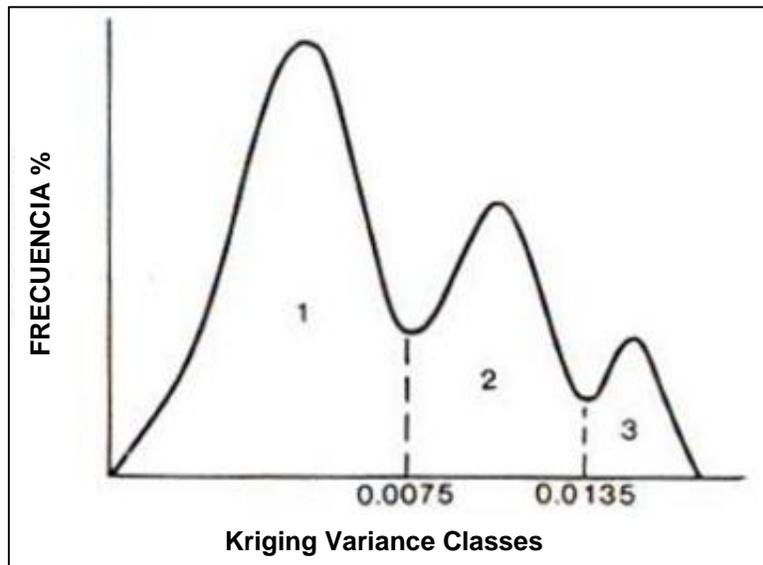


Figura 2: Histograma de las varianzas kriging (V_k) en 3 poblaciones: 1) Reservas probables, 2) Reservas posibles 3) Reservas inferidas. Fuente: (Vega, 2013).

b. Métodos clásicos de estimación de reservas

Los métodos clásicos, desarrollados y empleados desde los mismos comienzos de la minería, se basan fundamentalmente en los principios de interpretación de las variables entre dos puntos contiguos de muestreo, lo que determina la construcción de los bloques geométricos a los que se le asignan las leyes medias para la estimación de recursos (Vega, 2013).

Los principios de interpretación de estos métodos son los siguientes:

- El principio de los cambios graduales presupone que los valores de una variable (espesor, ley, etc.) varían gradual y continuamente a lo largo de la línea recta que une 2 puntos de muestreo contiguos (Vega, 2013).
- El principio de vecinos más cercanos admite que el valor de la variable de interés en un punto no muestreado es igual al valor de la variable en el punto más próximo (Vega, 2013).
- El último de los principios permite la extrapolación de los valores conocidos en los puntos de muestreo a puntos o zonas alejadas sobre la base del conocimiento geológico o por analogía con yacimientos similares (Vega, 2013).

Todos estos principios de interpretación son utilizados para la subdivisión del yacimiento mineral en bloques o sectores, los cuales son evaluados individualmente y posteriormente integrados para determinar los recursos totales del yacimiento (Vega, 2013).

Los métodos clásicos o tradicionales han soportado el paso del tiempo, pero están siendo superados progresivamente por los métodos geoestadísticos. Estos métodos son aun aplicables en muchas situaciones, donde incluso pueden arrojar resultados superiores. Siempre es necesario realizar una valoración crítica del empleo de la geoestadística antes de desechar completamente las técnicas tradicionales (Luque, 2017).

El uso de las técnicas kriging está supeditado a la existencia de una red de exploración que permita la generación de los modelos matemáticos que describen la continuidad espacial de la mineralización del yacimiento que se evalúa. Cuando no existe

suficiente información de exploración o la variabilidad es extrema se deben emplear los métodos geométricos o tradicionales (Vega, 2013).

Los métodos clásicos de estimación más conocidos son (Trigueros, 2013):

- Método del promedio aritmético o bloques análogos
- Método de los bloques geológicos
- Método de los bloques de explotación
- Método de los polígonos
- Método de las isolíneas.
- Método de los perfiles.

2.2.2. Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias (sedimentitas) se forman a partir de la acumulación y posterior consolidación de partículas (sedimentos) de rocas y/o minerales, de compuestos químicos y/o biológicos que intervienen en el ciclo exógeno. La depositación de los sedimentos y la diagénesis conducen a la litificación de los mismos a temperatura y presiones relativamente bajas, dando lugar a la formación de una roca sedimentaria compacta y pétreo (Alarcón y Salazar, 2016).

Las sedimentitas pueden formarse por: acumulaciones "mecánicas" de minerales y fragmentos de rocas (rocas sedimentarias clásticas o detríticas), o bien ser depositadas por medios "químicos" (rocas sedimentarias químicas) o por "acumulaciones o secreciones orgánicas" (rocas sedimentarias orgánicas) (Guevara, 2017).

Son también denominadas rocas estratificadas, debido a que los sedimentos se depositan formando estratos horizontales con diversas

formas (tabulares, lentes, cuñas, etc) y diferente extensión superficial. Dichos estratos poseen rasgos internos característicos de los procesos que los originaron (Guevara, 2017).

Para la interpretación de las sedimentitas, es necesario tener presente los principios de Actualismo, de Steno y de Correlación de Estratos, así como sus implicancias y significados geológicos. (Castro, 2015)

a. Rocas sedimentarias clásticas

Se denominan así a las rocas formadas por fragmentos de rocas y/ó minerales preexistentes, que han sido transportados hasta el lugar de depósito. Los minerales y rocas que las componen, se originan fuera del área de depósito y son transportados a ella en forma de partículas sólidas por diversos agentes: agua, hielo, viento y acción de la gravedad. Estos componentes sólidos son llamados clastos, detritos ó partículas, y se clasifican según su tamaño (Escala de Udden-Wentworth) (Carrero, 2013).

De esta manera, las rocas sedimentarias clásticas están constituidas por fragmentos de roca y minerales que representan a los materiales del intemperismo (meteorización) y la erosión de la superficie. A este grupo pertenecen las rocas (Luque, 2017):

- EPICLASTICAS constituyen el grueso del volumen de las rocas sedimentarias clásticas y son los conglomerados, brechas, areniscas, limolitas y arcilitas.
- PIROCLASTICAS, semejantes a los sedimentos depositados mecánicamente en todos los detalles de textura y estructura,

pero deben su origen a las explosiones volcánicas (brecha volcánica; aglomerado volcánico; lapillita; toba; chonita).

- CATACLASTICAS, formadas por deformaciones dentro de la corteza, en zonas de fallas. (Brecha de falla; harina de falla; microbrecha, cataclasita, protomilonita, milonita, ultramilonita; gneis milonítico; y blastomilonita).

b. Clasificación de areniscas

Los sedimentos detríticos se pueden agrupar en depósitos epiclásticos y volcaniclásticos. Los depósitos epiclásticos son aquellos formados por fragmentos derivados de rocas preexistentes por la acción del intempresimo y la erosión, por lo que están compuestos principalmente de minerales silicatados y fragmentos de rocas sedimentarias, ígneas y/o metamórficas. Por otra parte, los sedimentos volcaniclásticos son especialmente ricos en detritos volcánicos, y pueden ser derivados directamente de una actividad volcánica explosiva, o bien, pueden ser detritos epiclásticos derivados de rocas volcánicas más antiguas. Sin embargo, para efectos de clasificación en este trabajo, se tratan solamente sedimentos de origen epiclásticos. La clasificación de areniscas se debe a sus constituyentes mayores como son el cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca (Guevara, 2017).

Escala de tamaño de grano de Udden-Wentworth, modificado de Adams y otros (Piérola, 2017).

Tabla 3
Clasificación de sedimentos.

Dimensión de partícula elemental (mm)	Atterberg (sistema internacional)
<0,001	Arcilla
<0,002	
0,005	Limo
0,01	
0,02	
0,05	
0,1	Arena fina
0,25	
0,2	
0,5	Arena gruesa
1,0	
2,0	
3,0	Grava fina
5,0	
10,0	Grava
20,0	Grava gruesa y piedras
>20,0	

Fuente: (Castro, 2015).

2.2.3. Diseño de explotación de una cantera

Los parámetros geométricos principales que configuran el diseño de las excavaciones corresponden a los siguientes términos:

Banco: es el módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota de estéril y/o mineral, y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida. (Luque, 2017)

Altura de banco: es la distancia vertical entre dos niveles o, lo que es lo mismo, desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo (Guevara, 2017).

Talud de banco: es el ángulo delimitado entre la horizontal y la línea de máxima pendiente de la cara del banco. (Luque, 2017)

Talud de trabajo: es el ángulo determinado por los pies de los bancos entre los cuales se encuentra alguno de los tajos o plataformas de trabajo. Es, en consecuencia, una pendiente provisional de la excavación (Galo, 2013).

Límites finales de la explotación: son aquellas situaciones espaciales hasta las que se realizan las excavaciones. El límite vertical determina el fondo final de la explotación y los límites laterales los taludes finales de la misma. (Luque, 2017)

Talud final de explotación: es el ángulo del talud estable delimitado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del superior (Cabrera, 2015).

Bermas: son aquellas plataformas horizontales existentes en los límites de la excavación sobre los taludes finales, que coadyuvan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad frente a deslizamientos o caídas de piedras (Guevara, 2017).

Pistas: son las estructuras viarias dentro de una explotación a través de las cuales se extraen los materiales, o se efectúan los movimientos de equipos y servicios entre diferentes puntos de la misma. Se caracterizan por su anchura, su pendiente y su perfil. (Piérola, 2017)

Ángulo de reposo del material: es el talud máximo para el que es estable sin deslizar el material suelto que lo constituye y en condiciones de drenaje total, después de vertido. (Piérola, 2017)

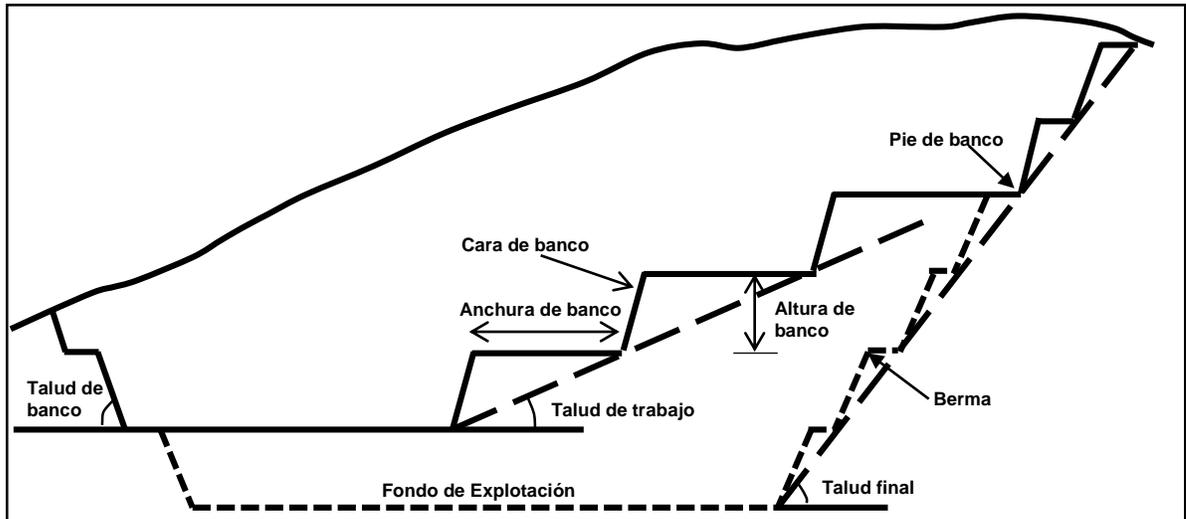


Figura 3: Elementos de una cantera.
Fuente: (Piérola, 2017).

2.2.4. Estabilidad de taludes

La estabilidad de los taludes en una explotación a cielo abierto no solamente es un aspecto de fundamental importancia, sino que es una de las claves de la viabilidad del proyecto, su seguridad y su rentabilidad. Es por ello que debe ser analizada desde las etapas iniciales del proyecto y ser comprobada y seguida con los datos obtenidos durante la explotación. La importancia de los estudios geotécnicos será función de los condicionantes geométricos (altura del talud general, de banco y ángulos de talud), así como de cualquier incidencia que los taludes diseñados pudieran tener sobre las instalaciones o servicios previstos o existentes. Además, los estudios geotécnicos incorporarán los resultados, consideraciones, implicaciones y recomendaciones de los estudios hidrogeológicos realizados en relación a la influencia del agua en la estabilidad de los taludes. (Luque, 2017)

En líneas generales, los factores más importantes que afectan a la seguridad de las operaciones y cuyo estudio debe quedar perfectamente claro desde el principio de las operaciones, son los siguientes (Cabrera, 2015):

- Caída o deslizamiento de materiales sueltos.
- Colapso parcial de un banco.
- Colapso general del talud de la excavación.

a. Altura de banco

La altura de banco se establece, generalmente, a partir de las dimensiones de los equipos de excavación y carga, las características del macizo rocoso y de las exigencias de selectividad de la explotación. En líneas generales, el condicionante para establecer la altura de banco es el equipo de carga y la altura máxima que alcanza el cucharón. (Castro, 2015)

Este criterio permite utilizar la pala o excavadora para sanear cualquier punto del frente y mantener unas condiciones de seguridad aceptables. Sin embargo, la experiencia en el sector de las canteras muestra cómo, casi de forma sistemática, se acude a alturas de banco comprendidas entre 10 y 20 m. (Cabrera, 2015)

b. Anchura de plataformas de trabajo (o tajos)

La anchura mínima de banco de trabajo es la suma de los espacios necesarios para el movimiento de la maquinaria que trabaja en ellos simultáneamente, de tal manera que sea suficientemente amplia para permitir que los volquetes y palas maniobren con facilidad sin aproximarse innecesariamente al frente de arranque y mantengan una distancia mínima de seguridad de cinco metros (5

m) al borde del banco en el desarrollo normal del trabajo. (Cabrera, 2015)

c. Bermas

Las bermas se utilizan como plataformas de acceso en el talud de una excavación y también como áreas de protección al detener los materiales que pueden desprenderse de los frentes en los bancos superiores, hasta pistas o zonas de trabajo inferiores. Por consiguiente, las características y dimensiones de las bermas definitivas deberán ser justificadas por cálculo, para lo que deberá conocerse la inclinación de las superficies de rotura de los bancos y el ángulo de reposo del material fragmentado. Si las bermas han de ser utilizadas como pistas de transporte de todo – uno de cantera, las mismas deberán ser dimensionadas de acuerdo a estas características (Guevara, 2017).

d. Pistas y accesos (rampas)

Constituyen uno de los elementos de infraestructura más complejos de definir, diseñar, toda vez que deben asegurar la accesibilidad con total seguridad a todos los puntos de la cantera. Son las vías por las que circulan los vehículos dentro de la explotación y, en especial, las unidades de acarreo (Toledo, 2015).

Las características de diseño de las pistas y de lo que se ha dado en llamar específicamente “acceso” son diferentes, porque mientras en las pistas la circulación es habitual y continua en los dos y a marcha rápida, en los denominados “accesos”, que se utilizan de forma eventual y exclusivamente para el acceso a sus tajos de las máquinas que efectúan el arranque u operaciones

auxiliares, la circulación es mínima y a velocidad mucho más lenta. (Cabrera, 2015)

e. Accesos

La pendiente de los accesos no debe sobrepasar, en ningún caso, el 20 % (11°) y con respecto a su anchura, ésta debe superar por lo menos en dos metros el ancho de vía de la unidad o máquina más ancha que vaya a circular por ellos, a lo que hay que sumar un arcén mínimo de dos metros entre el borde del acceso y el pie inferior de un talud (Galo, 2013).

A la hora de definir y proyectar los accesos, deberá justificarse la anchura, cuneta y sobreebanco proyectados en función del tipo de acceso y de las características específicas de la maquinaria, lo cual permitirá definir, en plano y con suficiente detalle, el diseño de los accesos con expresión de los ejes, arceños, centros y radios de curvatura en curvas, intersección con el terreno, acuerdos en entronques y representación de perfiles longitudinales y transversales. (Cabrera, 2015)

f. Pistas

El diseño de las pistas debe ser tal que las unidades de transporte utilizadas se desplacen sin perder el ritmo de operación y en condiciones de máxima seguridad. Por ello, los criterios de diseño se centran fundamentalmente en (Cabrera, 2015):

- Anchura de pista.
- Curvas: radios, peraltes y sobreebanco.
- Visibilidad en curvas y cambios de rasante.
- Convexidad o bombeo.

- Conservación.

2.3. Definición de términos básicos

- **Arenisca:** Es una roca sedimentaria de tipo detrítico, de color variable, que contiene clastos de tamaño arena. (Castro, 2015)
- **Cantera:** Es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción. Constituyen, con mucho, el sector más importante en cuanto a número, ya que desde muy antiguo se han venido explotando para la extracción y abastecimiento de materias primas con uso final en la construcción y en obras de infraestructura (Trigueros, 2013).
- **Cubicación de reservas:** es la actividad donde se estiman recursos, se realiza de forma tradicional, por correlación geológica entre pozos y delimitación manual de los límites de los cuerpos mineralizados; hacia los extremos (Toledo, 2015).
- **Exploración minera:** La exploración supone también un elevado riesgo económico, derivado éste del hecho de que supone unos gastos que solamente se recuperan en caso de que la exploración tenga éxito y suponga una explotación minera fructífera. Sobre estas bases, es fácil comprender que la exploración supone la base de la industria minera, ya que debe permitir la localización de los recursos mineros explotables, al mínimo coste posible. (Galo, 2013)
- **Explotación minera:** Es el conjunto de las actividades socioeconómicas que se llevan a cabo para obtener recursos de una mina (un yacimiento de minerales). (Carrero, 2013)

- **Plan de minado anual:** es el documento que contiene todas las actividades o acciones a realizar durante el período de un año y que comprende, entre otras: la identificación de los límites de las áreas de exploración, preparación, explotación, beneficio y otras actividades inherentes. Además, debe incluir metodología y parámetros de trabajo, equipos a ser utilizados, presupuestos y costos, personal, medidas de seguridad y salud ocupacional, y posibles impactos en el entorno y medidas a tomar frente a posibles eventos adversos, cuantificando las metas a alcanzar (Santos, 2012).

- **Planeamiento de minado:** actividad orientada al futuro, cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de una mina a lo largo del tiempo; no solo en una dirección, si no buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a la de los sistemas de los cuales vive. (Quispe, 2013).

- **Reservas mineras:** Las reservas mineras son la porción del recursos medido o indicado económicamente extraíble la cual incluye factores geológicos, metalúrgicos, geotécnicos, medioambientales, sociales y gubernamentales. El cálculo de reservas busca entregar el potencial económico que pueden tener los recursos mineros dando origen a diseños mineros que sustentan el plan minero a partir del cual es calculado el flujo de caja del proyecto. (Luque, 2017)

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Ubicación

Las instalaciones de la cantera de agregados “Chamisa” que pertenecen a la empresa “A&J Contratistas S.R.L.”, políticamente se encuentra ubicada en:

- Departamento: Cajamarca.
- Provincia: Cajamarca.
- Distrito: Llacanora.
- Caserío: Santa Rosa.

3.2. Accesibilidad

Para acceder a la concesión, se cuentan con dos rutas, la primera que parte de la ciudad de Cajamarca al Distrito de Llacanora y la segunda que parte de Baños del Inca al Distrito de Llacanora, utilizando vías asfaltadas y posteriormente se toma la vía afirmada hacia el caserío Santa Rosa, siendo la ubicación de la concesión en el Cerro Arena.

Tabla 4
Accesibilidad a la concesión Chamisa.

RUTA	TIPO DE VÍA	DISTANCIA
Cajamarca - Llacanora	Asfaltada	11km
Baños del Inca - Llacanora	Asfaltada	6km
Llacanora – Santa Rosa	Afirmada	1km

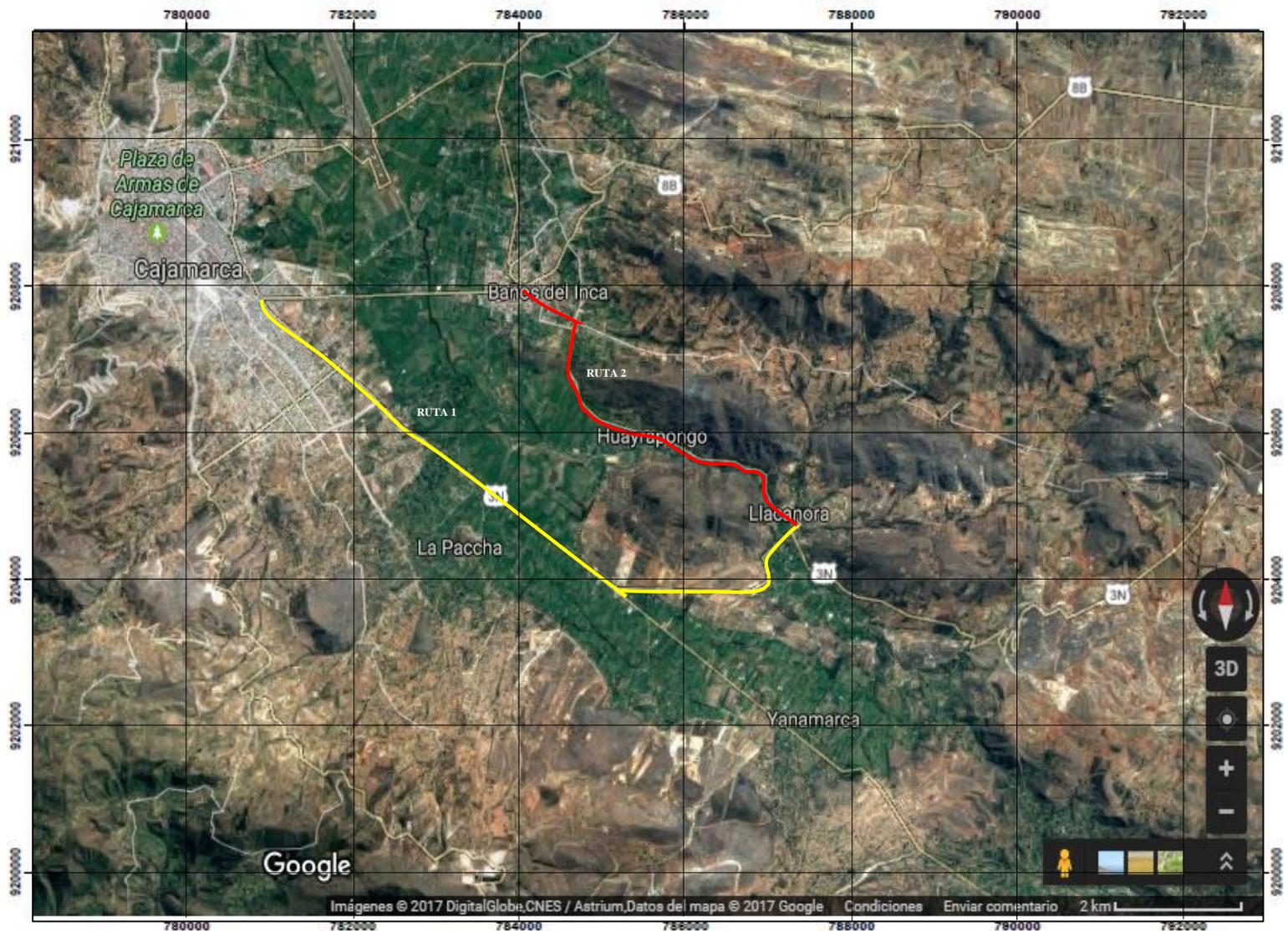


Figura 4: Ruta desde Cajamarca hasta el Distrito de Llacanora.
Fuente: Google Earth, 2017.

3.2.1. Extensión de la concesión

La empresa A&J Contratistas S.R.L., titular de la concesión minera “Chamisa”, donde se encuentra la cantera de arenisca, está ubicada en la zona 17S en las coordenadas UTM correspondientes al sistema WGS-84 las cuales son:

Tabla 5
Coordenadas UTM-WGS 84 de la Concesión Chamisa.

VÉRTICES	CORDENADAS UTM-WGS 84	
	ESTE	NORTE
01	776500	9200000
02	777500	9200000
03	777500	9199000
04	776500	9199000

3.2.2. Extensión del área de explotación

El área de influencia de la explotación de la cantera “Chamisa” se determinó según las condiciones litológicas, estructurales y de reservas para lo cual es necesario mencionar que la explotación de la cantera se realizará en una parte del área total de la concesión, cuyos vértices son los Sigüientes:

Tabla 6
Coordenadas UTM-WGS 84 del área de explotación

VÉRTICES	CORDENADAS UTM-WGS 84	
	ESTE	NORTE
01	776500	9200000
02	777500	9200000
03	777500	9199300
04	776550	9199540

3.3. Clima

En el área de influencia del estudio el clima está determinado por el régimen de lluvias estacional, datos registrados por la estación meteorológica Weberbauer ubicada en la localidad de Cajamarca, y considerado el segundo valle de importancia después del Valle del Mantaro por la actividad agrícola. Teniendo en cuenta el sistema de clasificación climático de W. Thomwaite, en el distrito de Llacanora, existe un clima sub-húmedo y templado con 700 mm. y 17 °C de temperatura promedio. Existe deficiencia de lluvias en invierno y el periodo de estiaje es de junio a septiembre. El ambiente es templado seco y soleado en el día, y frío en las noches, con una precipitación pluvial promedio de 650 mm anuales (siendo los meses de mayor precipitación los comprendidos entre octubre a abril y los meses de menor precipitación los comprendidos entre julio a agosto); la temperatura máximo promedio es de 21,75°C y la mínima promedio es de 5,67 °C, mientras que la humedad relativa promedio es de 67 %.

Tabla 7

Clima en Cajamarca (Estación Weberbauer, 7°7'S, 78°27'W, 2621 msnm).

DISTRITO DE CAJAMARCA: COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO DEL VALLE DE CAJAMARCA,												
SEGÚN LA ESTACIÓN "AUGUSTO WEBERBAUER", 2015												
Estación	2015											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Presión Atmosférica Media (milibares)	740.6	740.5	740.6	740.6	740.7	740.9	741.2	740.4	740.6	740.9	740.1	740.1
Temperatura Media °C 1/	15.1	15.2	15.2	15.3	15.1	14.7	14.4	14.9	16.0	16.2	15.7	16.5
Precipitación Total (milímetros)	184.7	55.4	202.2	63.0	75.8	3.0	4.4	0.1	27.8	16.8	99.6	39.5
Humedad Relativa Media %	67.0	66.0	71.0	72.0	69.0	55.0	56.0	54.0	54.0	58.0	66.0	67.0
Insolación Media (Horas y Décimas)	4.0	4.7	3.6	4.2	4.6	6.8	7.6	8.6	6.6	4.8	5.5	6.0
Evaporación Media en Tanque (milímetros)	2.4	3.0	2.4	2.9	2.8	3.4	3.6	4.3	4.5	3.8	3.9	3.5

Fuente: Senamhi, 2015.

3.4. Geología

3.4.1. Geomorfología

Laderas: Se encuentran laderas con pendientes que varían entre 30° a 35° . Siendo más notoria su localización en el Cerro Arena.

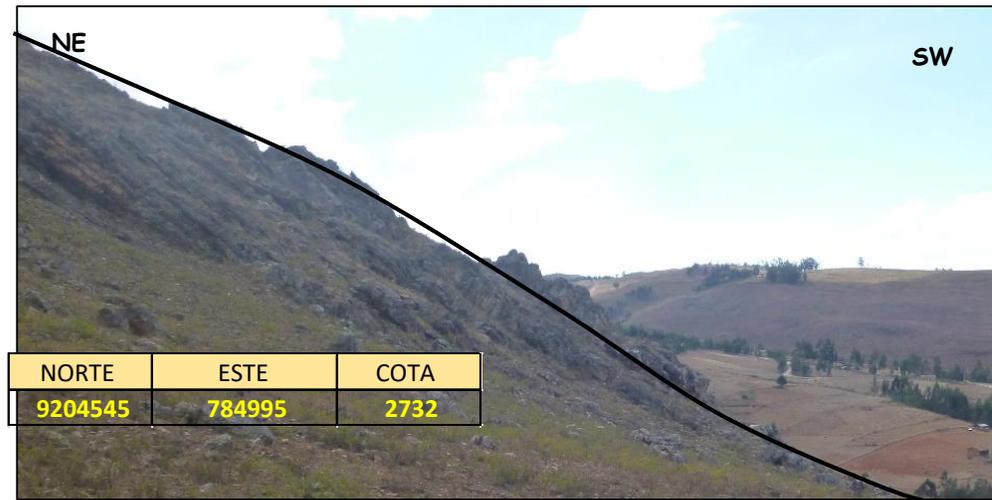


Figura 5: Presencia de ladera con pendiente de aproximadamente 35° .

Escarpes: El más notorio, se encuentra en la parte NW del Cerro Arena, aunque en la zona de estudio también se puede apreciar, con pendientes que varían de 45° a 50° .



Figura 6: Presencia de Escarpes con aproximadamente 50° de pendiente.

3.4.2. Geología regional

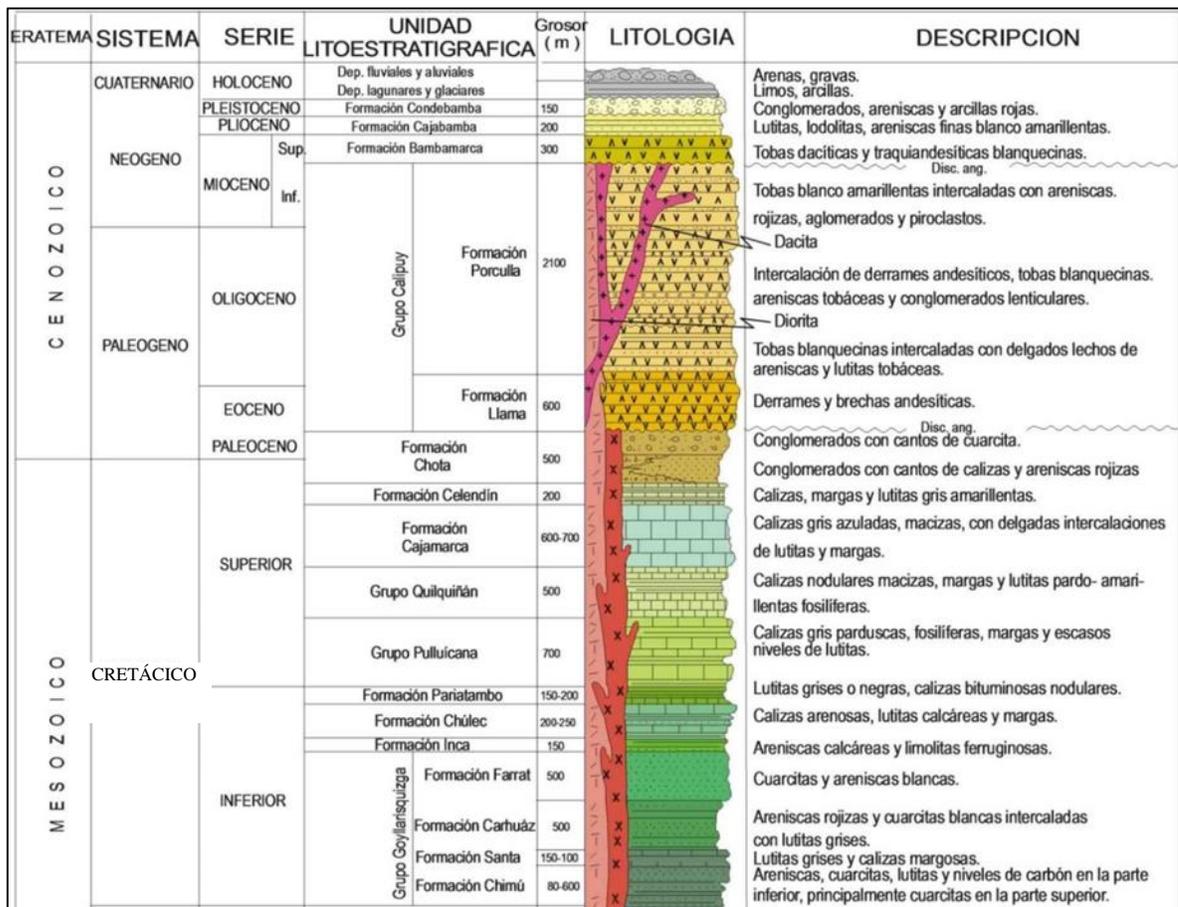


Figura 7: Columna estratigráfica de la Región de Cajamarca.
Fuente: (Alarcón y Salazar, 2016)

3.4.3. Geología local

Formación Farrat

Esta formación consta de areniscas cuarzosas blancas de grano medio a grueso de buena selección con una madurez textural de madura a supermadura y clastos subredondeados a redondeados de alta esfericidad, con presencia de pátinas de óxido de hierro en la matriz. Los constituyentes mineralógicos son: cuarzo 90%, fragmentos líticos 1%, óxidos 8% y feldespato 1%. La potencia de los estratos

oscila entre 0.5 a 1m y por el alto contenido de óxidos, presenta una coloración pardo – amarillenta.

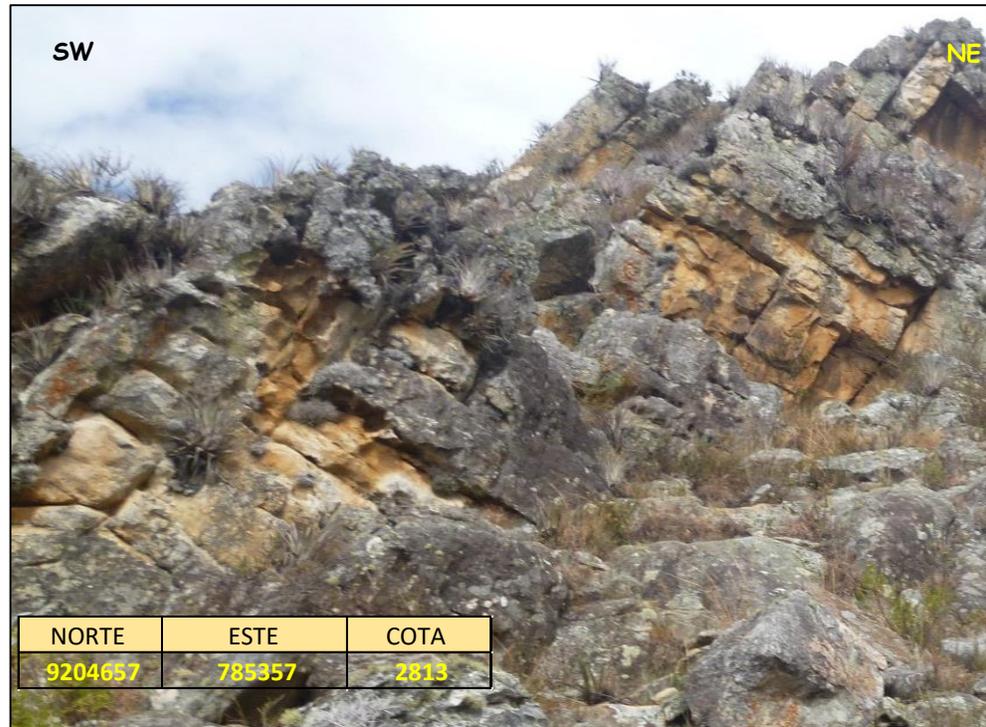


Figura 8: Afloramiento de la formación Farrat, la cual presenta alto contenido de oxidación, por lo que denota una coloración pardo - amarillenta.

Depósitos Cuaternarios

Coluviales: Los depósitos coluviales se observan en las partes medias del Cerro Arena, compuestos por fragmentos angulosos a subangulosos mal clasificados, transportados por la gravedad en rocas meteorizadas de la Formación Farrat.

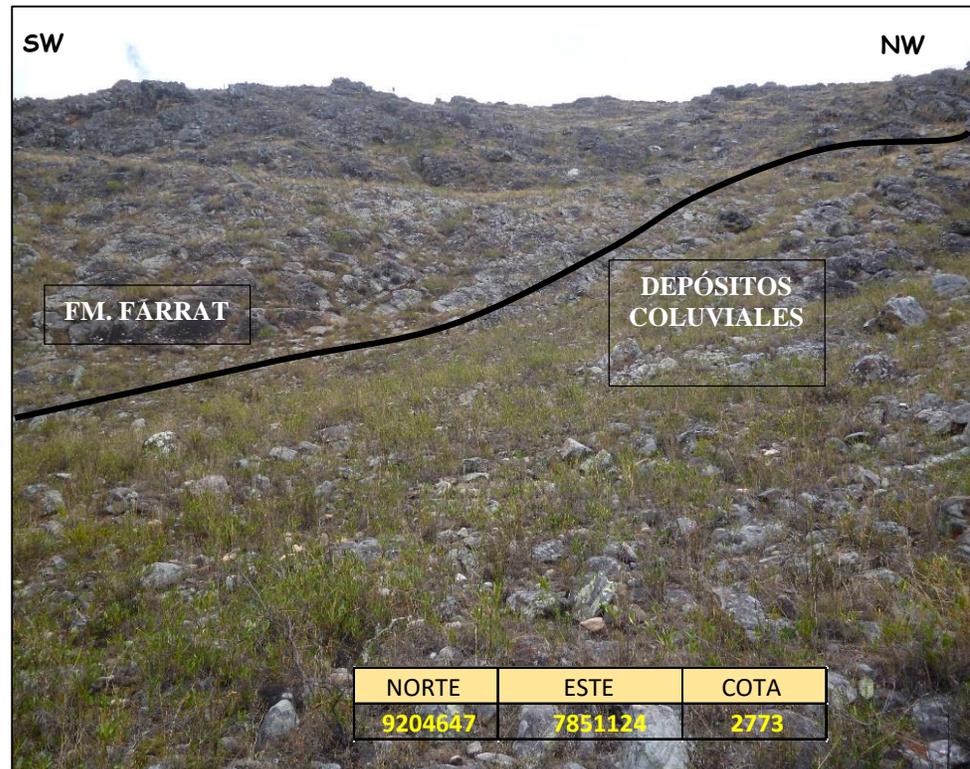


Figura 9: Presencia de depósitos cuaternarios coluviales en el Cerro Arena.

Aluviales: Los depósitos aluviales se observan en las partes bajas del Cerro Arena, compuestos por fragmentos subredondeados mal clasificados, transportados por la escorrentía en rocas meteorizadas de la Formación Farrat.

3.4.4. Estratigrafía

Estratos: En la zona se presenta de espesor entre 0.5 hasta 1m, pertenecientes a la Formación Farrat, siendo una de sus características principales la conservación de una misma composición en toda la extensión de la concesión.

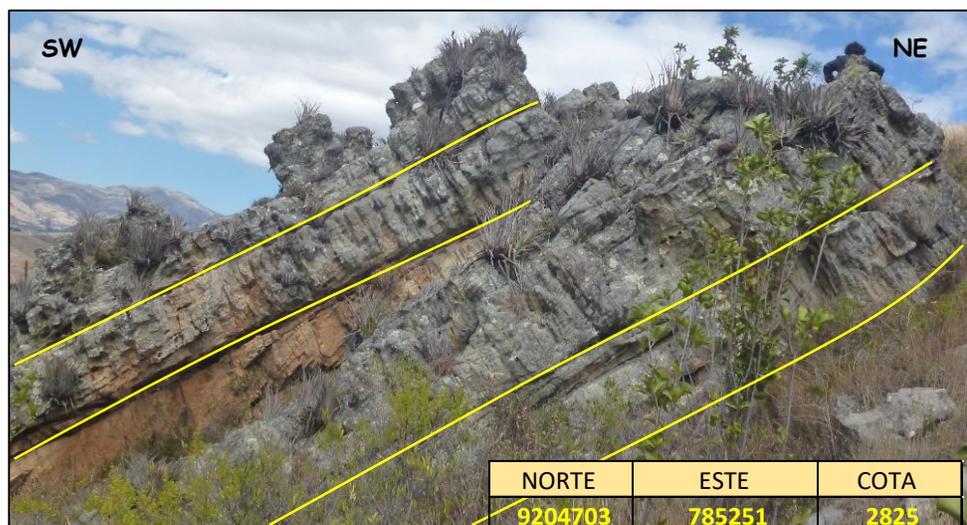


Figura 10: Estratos de arenisca de la Formación Farrat con espesor entre 0.5 a 1m.

3.4.5. Estructuras geológicas

Diaclasas: La mayoría de diaclasas tienen lugar, perpendicularmente a la estratificación, otras inclinadas respecto a las capas. Y estas pueden diferenciarse con sus respectivos rumbos y buzamientos. En la zona de estudio se presentan dos familias de diaclasas que cortan perpendicularmente al estrato.



Figura 11: Familia de diaclasas delimitando la matriz rocosa en areniscas de la Formación Farrat.

3.4.6. Geología histórica

A fines del Jurásico, se inició en la zona andina la formación de una cuenca al oeste que fue cubierta por el mar y al este un geoanticlinal que no fue cubierto, depositándose en la cuenca más de 1,000 m. de sedimentos Chicama (Titoniano) no así sobre el Geoanticlinal. Ambas formas siguieron desarrollándose durante el NeocomianoAptiano, depositándose casi exclusivamente sedimentos clásticos, representados por 1,500 m. en la cuenca (Grupo Goyllarisquizga) y apenas unos 200 m. en la plataforma (Carrero, 2013).

Si bien el mar cubría algunos sectores de la cuenca, éste no fue profundo, por lo que casi toda la acumulación clástica es deltaica o playera a excepción de las calizas de la formación Santa, que sí representan una considerable profundización de mar, mientras que la plataforma permaneció prácticamente emergida (Toledo, 2015).

3.5. Caracterización del macizo rocoso

Al ser homogéneo el macizo rocoso en toda la extensión de la concesión, solo se ha caracterizado en una sola estación, para lo cual se han utilizado las principales clasificaciones geomecánicas, los cuales son: RMR (Bieniawski 1989), Índice de Calidad de la Roca (RQD) e Índice de Resistencia Geológica (GSI) según Hoek y Brown (2002).

3.5.1. Ubicación de la estación

Tabla 8
Ubicación del macizo rocoso.

LUGAR		Cerro Arena
FORMACION		Fm. Farrat
COORDENADAS	ESTE	785924
	NORTE	9204854
	COTA	2815

3.5.2. Caracterización de las discontinuidades



Figura 12: Familia de discontinuidades del macizo rocoso en areniscas de la formación Farrat.

3.5.3. Clasificación según RQD (%)

Tabla 9

Clasificación del macizo rocoso según RQD (%).

CLASE DE MACIZO SEGÚN RQD (%)	
LONGITUD (m)	1
Nº DISCONT. (ND)	14
Λ	14
$RQD=100 \times e^{(-0.1\lambda)} (0.1\lambda+1)$	59%
CALIDAD DE LA ROCA	Regular

Tabla 10*Resultados de los parámetros en la caracterización de las discontinuidades.*

	Estratificación	Discontinuidad 1	Discontinuidad 2
Orientación D/DD	50/185	35/50	75/150
Prom. Espaciado	35 cm	63 cm	41 cm
Prom. Continuidad	15 m	3 m	3m
Rugosidad	Rugosa	Rugosa	Rugosa
Resistencia MPa	110	110	110
Prom. Abertura	1,25 mm	1,95 mm	1,9 mm
Relleno	Óxidos	Óxidos	Óxidos
Agua	Seco	Seco	Seco

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.5.4. Clasificación geomecánica del RMR 89

PARAMETRO		RANGO DE VALORES					
1	Resistencia de la roca Intacta	Ensayo Carga Puntual	> 10 MPa	4-10 MPa	2-4 MPa	1-2 MPa	Para estos rangos es recomendable ensayos de resistencia a la compresión uniaxial
		Compresión Simple	> 250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	
	VALOR		15	12	7	4	2 1 0
2	RQD		90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	< 25 %
	VALOR		20	17	13	8	3
3	Espaciado de las discontinuidades		> 2m	0.6 - 2 m	0.2 - 0.6 m	6 - 20 cm	< 6 cm
	VALOR		20	15	10	8	5
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	< 1m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m
		VALOR	6	4	2	1	0
	Abertura	Nada	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm	

	VALOR	6	5	3	1	0
	Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente Rugosa	Ondulada	Suave
	VALOR	6	5	3	1	0
	Relleno	Ninguno	Relleno Duro < 5 mm	Relleno Duro > 5 mm	Relleno Blando < 5 mm	Relleno Blando > 5 mm
	VALOR	6	4	2	2	0
	Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta
	VALOR	6	5	3	1	0
Flujo de agua en las 5 discontinuidades	Relación Presión agua/ Tensión principal mayor	0	0 – 0.1	0.1 – 0.2	0.2 – 0.5	> 0.5
	Condiciones generales	Completamente secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Agua fluyendo
	VALOR	15	10	7	4	0

$$\text{RMR} = 12 + 13 + 10 + 1 + 1 + 5 + 2 + 3 + 15 = 63.$$

3.5.5. Descripción de la estación

CLASE	RMR	CALIDAD DE LA ROCA
I	81 – 100	Muy Buena
II	61 – 80	Buena
III	41 – 60	Regular
IV	21 – 40	Mala
V	0 – 20	Muy Mala

En esta estación se evidencian areniscas cuarzosas de la Formación Farrat levemente alteradas por procesos de meteorización y poco fracturado debido a la ausencia de cizallamiento o presencia de fallas; por lo que estaría en óptimas condiciones para su explotación. Según la caracterización geomecánica pertenece un macizo tipo II, de calidad BUENA.

3.6. Cubicación de reservas

3.6.1. Tipo de recurso a explotar

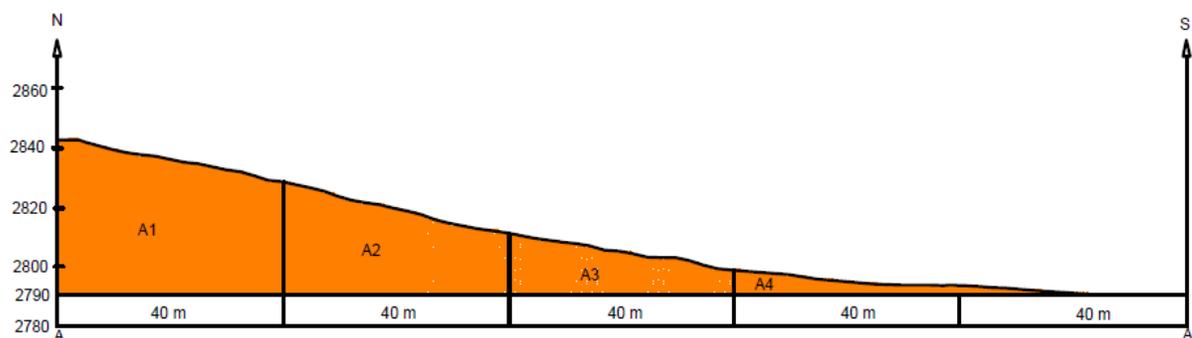
La explotación de la Cantera Chamisa se realizará en rocas areniscas cuarzosas con el fin de obtener agregados de materiales para construcción como piedra chancada; para lo cual, se realizará siguiendo los procedimientos correspondientes a la minería de tajo abierto, por ser este el único medio posible para obtener y manejar el material.

3.6.2. Cálculo de reservas

Cálculo de áreas

Cálculo de área de sección n° A – A', H representa a las alturas determinadas en el perfil A-A', el cual se ha elaborado en base al plano de cubicación, presentado en anexos.

PERFIL A - A'



Área Total 01 = 3880 m²

Para hallar cada área se aplicó la siguiente fórmula:

$$Area = base \frac{Hi + Hf}{2}$$

Para el caso del perfil AA^I la base es 40 metros, y de acuerdo a ello las alturas van desde H1 hasta H6.

ÁREA 1			ÁREA 2			ÁREA 3		
H1 =	52	m.	H2 =	38	m.	H3 =	21	m.
H2 =	38	m.	H3 =	21	m.	H4 =	10	m.
A ₁ =	1,800	m ² .	A ₂ =	1,180	m ² .	A ₃ =	620	m ² .

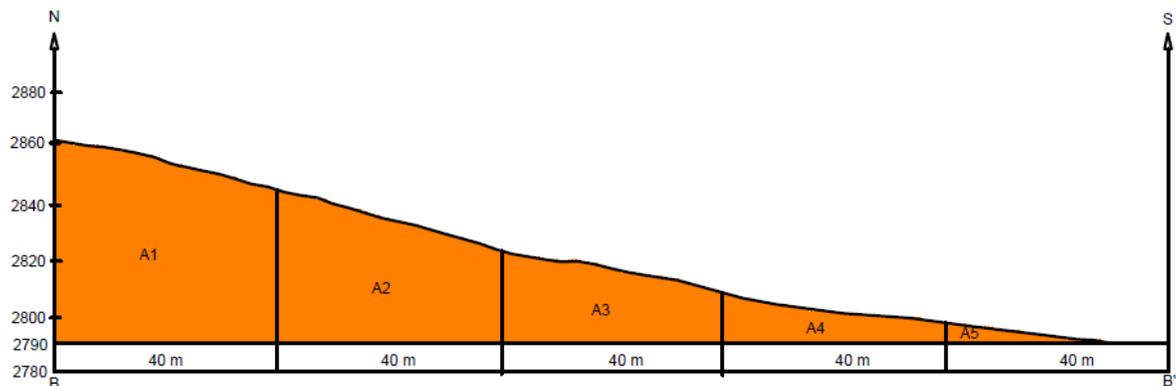
ÁREA 4			ÁREA 5		
H4 =	10	m.	H5 =	2	m.
H5 =	2	m.	H6 =	0	m.
A ₄ =	240	m ² .	A ₅ =	40	m ² .

AREA TOTAL DEL PERFIL N°-1		
AT ₁ =	3,880.00	m ² .

CÁLCULO DE ÁREA DE SECCIÓN N° B – B´

Cálculo de área de sección n° B – B´, H representa a las alturas determinadas en el perfil B-B^I, el cual se ha elaborado en base al plano de cubicación, presentado en anexos.

PERFIL B - B´



Área Total 01 = 5920 m²

Para hallar cada área se aplicó la siguiente fórmula:

$$Area = base \frac{H_i + H_f}{2}$$

Para el caso del perfil BB^l la base es 40 metros, y de acuerdo a ello las alturas van desde H1 hasta H6.

ÁREA 1		
H1 =	72	m.
H2 =	54	m.
A ₁ =	2,520	m ² .

ÁREA 3		
H3 =	33	m.
H4 =	17	m.
A ₃ =	1,000	m ² .

ÁREA 2		
H2 =	54	m.
H3 =	33	m.
A ₂ =	1,740	m ² .

ÁREA 4		
H4 =	17	m.
H5 =	8	m.
A ₄ =	500	m ² .

ÁREA 5		
H5 =	8	m.
H6 =	0	m.
A ₅ =	160	m ² .

AREA TOTAL DEL PERFIL N° 2		
AT2 =	5,920.00	m ² .

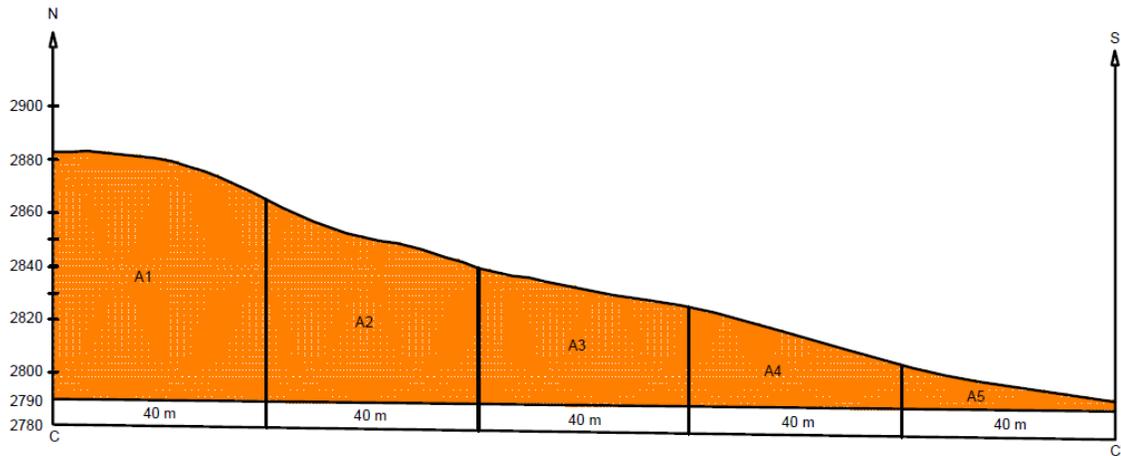
CÁLCULO DE ÁREA DE SECCIÓN N° C – C´

Para hallar cada área se aplicó la siguiente fórmula:

$$Area = base \frac{Hi + Hf}{2}$$

Para el caso del perfil CC^l la base es 40 metros, y de acuerdo a ello las alturas van desde H1 hasta H6.

PERFIL C - C'



Área Total 01 = 9100 m²

ÁREA 1		
H1 =	93	m.
H2 =	75	m.
A ₁ =	3,360	m ² .

ÁREA 3		
H3 =	52	m.
H4 =	36	m.
A ₃ =	1,760	m ² .

ÁREA 2		
H2 =	75	m.
H3 =	52	m.
A ₂ =	2,540	m ² .

ÁREA 4		
H4 =	36	m.
H5 =	16	m.
A ₄ =	1040	m ² .

ÁREA 5		
H5 =	16	m.
H6 =	4	m.
A ₅ =	400	m ² .

AREA TOTAL DEL PERFIL N°-3		
AT3 =	9,100.00	m ² .

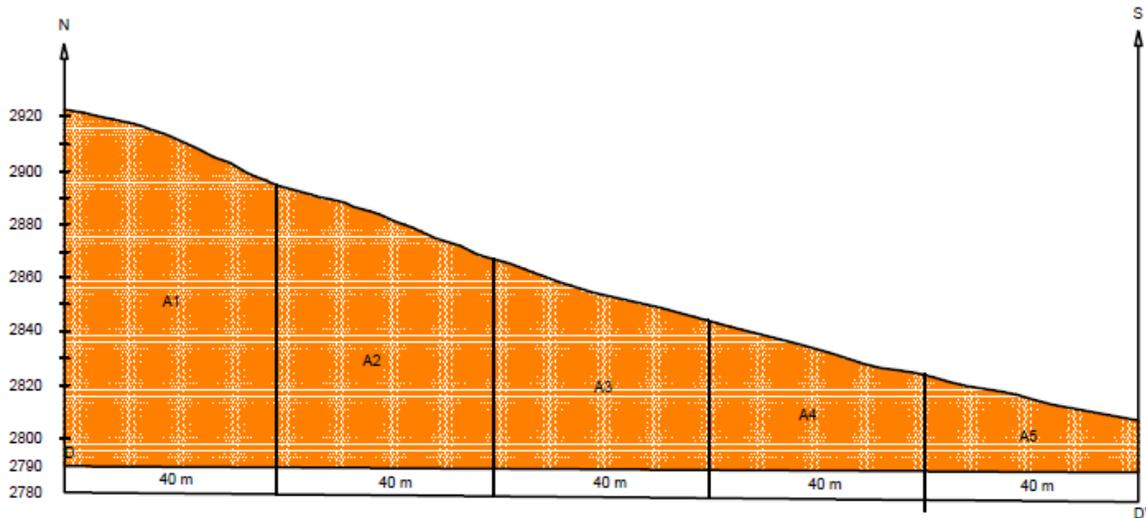
CÁLCULO DE ÁREA DE SECCIÓN N° D - D'

Para hallar cada área se aplicó la siguiente fórmula:

$$Area = base \frac{Hi + Hf}{2}$$

Para el caso del perfil DD^I la base es 40 metros, y de acuerdo a ello las alturas van desde H1 hasta H6.

PERFIL D - D'



Área Total 01 = 13960 m²

ÁREA 1		
H1 =	131	m.
H2 =	98	m.
A ₁ =	4,580	m ² .

ÁREA 3		
H3 =	80	m.
H4 =	54	m.
A ₃ =	2,680	m ² .

ÁREA 2		
H2 =	98	m.
H3 =	80	m.
A ₂ =	3,560	m ² .

ÁREA 4		
H4 =	54	m.
H5 =	37	m.
A ₄ =	1820	m ² .

AREA 5		
H5 =	37	m.
H6 =	29	m.
A ₄ =	1320	m ² .

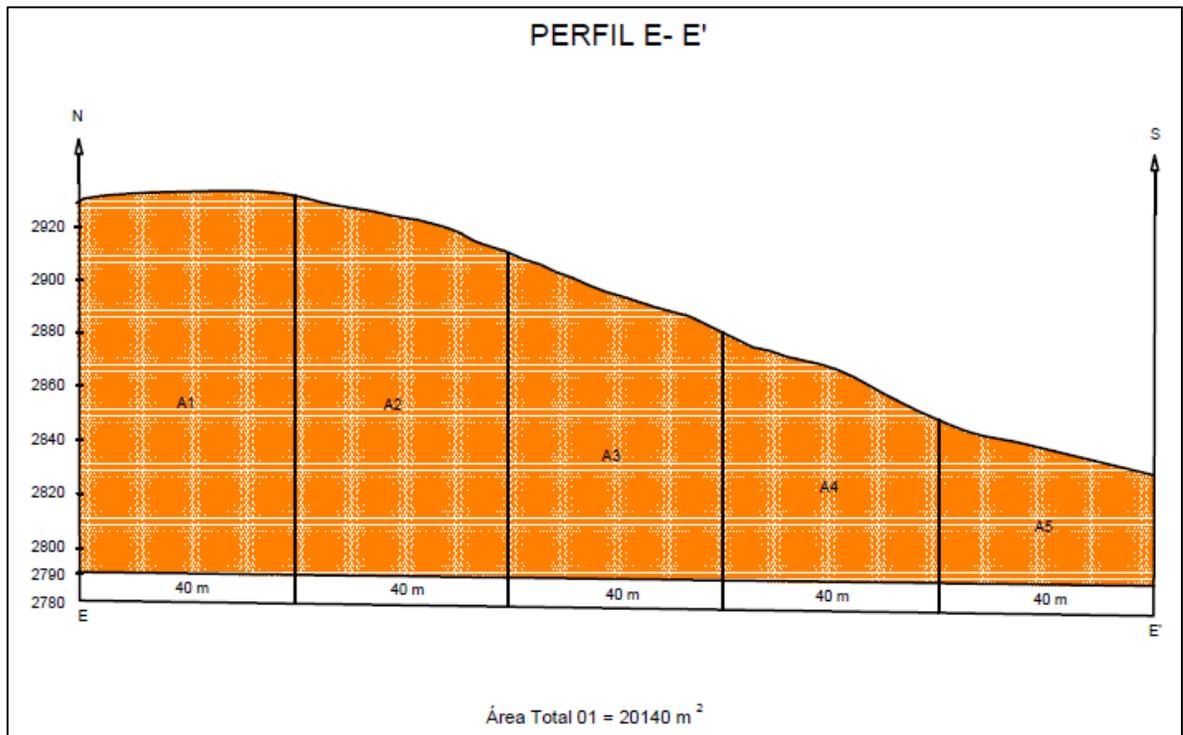
AREA TOTAL DEL PERFIL D-D'		
AT ₄ =	13,960.00	m ² .

CÁLCULO DE ÁREA DE SECCIÓN N° E – E'

Para hallar cada área se aplicó la siguiente fórmula:

$$Area = base \frac{Hi + Hf}{2}$$

Para el caso del perfil EE¹ la base es 40 metros, y de acuerdo a ello las alturas van desde H1 hasta H6.



ÁREA 1		
H1 =	138	m.
H2 =	140	m.
A ₁ =	5,560	m ² .

ÁREA 3		
H3 =	122	m.
H4 =	89	m.
A ₃ =	4,220	m ² .

ÁREA 2		
H2 =	140	m.
H3 =	122	m.
A ₂ =	5,240	m ² .

ÁREA 4		
H4 =	89	m.
H5 =	62	m.
A ₄ =	3020	m ² .

ÁREA 5		
H5 =	62	m.
H6 =	43	m.
A ₅ =	2100	m ² .

AREA TOTAL EE		
AT ₅ =	20,140.00	m ² .

CÁLCULO DE VOLUMENES:

Calculamos el volumen de los sólidos definidos entre cada perfil.

$$V = \frac{A1 + A2}{2} \times D$$

Donde:

V: Volumen comprendido entre dos perfiles.

A1, A2: áreas de explotación de los perfiles 1 y 2.

D: distancia de que separa dos perfiles.

ÁREAS DE LOS PERFILES			
Nº de perfil	Sección	Área	
1	A-A'	3880	m ²
2	B-B'	5920	m ²
3	C-C'	9100	m ²
4	D-D'	13 960	m ²
5	E-E'	20 140	m ²

Distancia horizontal entre perfiles (D)=40m

CÁLCULOS DE VOLÚMENES

<div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">SECCIONES A-A' y B-B'</div> $v_1 = \frac{(ATP_1 + ATP_2)}{2} * D$ <div style="background-color: #ffcc99; padding: 2px; text-align: center;">V₁ = 196,000 m³.</div>	<div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">SECCIONES C-C' y D-D'</div> $v_3 = \frac{(ATP_3 + ATP_4)}{2} * D$ <div style="background-color: #ffcc99; padding: 2px; text-align: center;">V₃ = 461,200 m³.</div>
<div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">SECCIONES B-B' y C-C'</div> $v_2 = \frac{(ATP_2 + ATP_3)}{2} * D$ <div style="background-color: #ffcc99; padding: 2px; text-align: center;">V₂ = 300,400 m³.</div>	<div style="background-color: #90ee90; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold;">SECCIONES D-D' y E-E'</div> $v_4 = \frac{(ATP_4 + ATP_5)}{2} * D$ <div style="background-color: #ffcc99; padding: 2px; text-align: center;">V₄ = 682,000 m³.</div>
<div style="background-color: #00b0f0; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold;">VOLUMEN FINAL</div> $V_F = (V_1 + V_2 + V_3 + V_4)$ <div style="background-color: #ffff00; padding: 5px; display: inline-block; font-weight: bold; margin-top: 5px;">VF = 1,639,600 m³.</div>	

3.6.3. Volumen de material a extraer

Tabla 11

Cálculo del volumen a extraer.

Reservas totales	1 639 600 m³
Producción a extraer al día	250 m³
Producción a extraer al mes	6000 m³
Producción a extraer al año	72000 m³

3.6.4. Vida útil de la cantera

$$\text{VIDA UTIL DE LA CANTERA} = \frac{1\ 639\ 600}{72000} = 22.77 \text{ años.}$$

3.7. Método de explotación

La explotación de la arenisca será realizada por el método de tajo abierto tipo cantera utilizando bancos de explotación debido a la topografía del área de trabajo y por el afloramiento muy superficial de esta roca. Para la explotación de la arenisca se diseñarán bancos superficiales, mediante mallas de voladura ubicadas correspondientemente, procediendo así al derribo de material fragmentado remanente hasta llegar a la plataforma de carguío, una vez terminado el primer corte se inicia con el segundo corte y así sucesivamente.

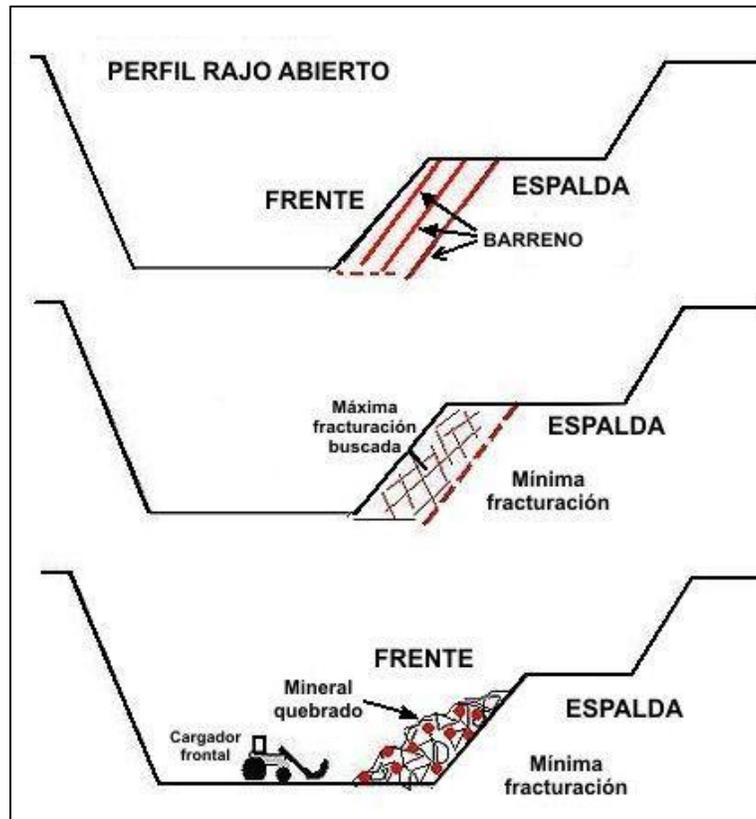


Figura 13: Esquema del sistema de minado que se seguirá en el proyecto.

3.8. Parámetros y lineamientos de explotación

Los parámetros de explotación fueron determinados en base al estudio de estabilidad de taludes realizados el presente año, determinando los siguientes resultados.

Tabla 12

Parámetros finales del diseño del tajo

PARÁMETROS DE DISEÑO DEL TAJO	
Ángulo Global	30°
Ángulo de los Bancos	70°
Número de Bancos	6
Altura de Bancos	5 m
Altura del banco final	2.5
Ancho de Bermas	7 m
Altura Final del Tajo	27.5 m

Altura final del tajo = altura banco 1+ altura banco 2 + altura banco 3 + altura banco 4 + altura banco 5 + (altura banco 6 = banco final)

Altura final del tajo = 5+5+5+5+5+2.5

Altura final del tajo = 27.5 m.

3.9. Diseño del tajo abierto en operaciones y explotación

3.9.1. Altura de Banco (H)

Se establece a partir de las características de los equipos y del macizo rocoso

Ventajas de escoger una pequeña altura de Banco:

- Mejor condición de seguridad.
- Menos desviación en perforación.
- Rapidez en construcción de accesos
- Mejores condiciones para restaurar los taludes finales

Para el caso del presente proyecto, la altura de Banco será de $H = 5$.

3.9.2. Ángulo de Talud del Banco:

Se encuentra en función de factores como el tipo del material del banco, cuanto más coherente y más bajo sea el banco, más vertical puede ser la cara del mismo.

Según la Tabla 13, las areniscas comunes presentan un ángulo entre 65° y 75°.

Tabla 13*Ángulos de Talud para Bancos en Trabajo y en Receso.*

ROCAS	ANGULO DE TALUD PARA BANCOS DE TRABAJO CON ALTURA DE:		ANGULO DE TALUD PARA BANCOS EN RECESO CON ALTURA DE:	
	5 – 12 (m)	15 – 25 (m)	5 – 12 (m)	15 -25 (m)
Arcillas aceitosas, limoarcillas, grava, loes, suelo vegetal.	40 – 50	32 -45	30 – 40	25 – 35
Arcilla pesada, limoarcilla pesada, arcilla esquistosa, limoarcillas, grava gruesa; explotable sin perforación y voladura.	45 - 65	45 - 60	40 – 55	40 – 50
Idem; explotable con perforación y voladura.	55 – 65	58 – 60	40 – 55	40 – 50
Areniscas comunes, esquistos arcillosos, calizas resistentes, margas compactas, minerales de hierro, conglomerados finos.	65 – 75	60 – 70	60 – 65	55 – 60
Rocas graníticas y granitos altamente resistentes, areniscas y calizas, filones minerales de cuarzo, piratas, mármoles y dolomitas resistentes.	75 – 80	75 – 80	70 – 75	70 – 75
Cuarcitas, basaltos, granitos rocas cuarcíferas, areniscas resistentes y calizas.	Hasta 90	Hasta 90	80 – 85	80 – 85

Fuente: Sosa, Kashpar, & Dolgushin, 2015.

Para el caso del presente proyecto, se ha considerado un valor intermedio del ángulo del Talud, el cual será de 70°.

3.9.3. Ancho de Vía (A)

La anchura de las pistas es en función de las dimensiones de los volquetes, de manera que sea suficiente para que la operación de transporte se lleve a cabo con continuidad y en condiciones de seguridad (Bustillo & López, 1997)

$$A = a(0.5 + 1.5n) \text{ (Para volquete de 3.5m de ancho).}$$

Donde:

A = Ancho total de vía

a = Ancho de vehículo

$n = \text{Número de carriles}$

$$A = a(0.5 + 1.5n)$$

$$A = (3.5)(0.5 + 1.5(1))$$

$$A = 7m$$

3.9.4. Ancho de Banqueta:

(Bustillo & López, 1997) Propone utilizar la siguiente fórmula para calcular la altura de banqueteta.

$$\text{Altura de Banqueta} = 1m + 0.04 * H(\text{altura del banco, } m)$$

$$\text{Altura de Banqueta} = 1m + 0.04 * 5m$$

$$\text{Altura de Banqueta} = 1.2$$

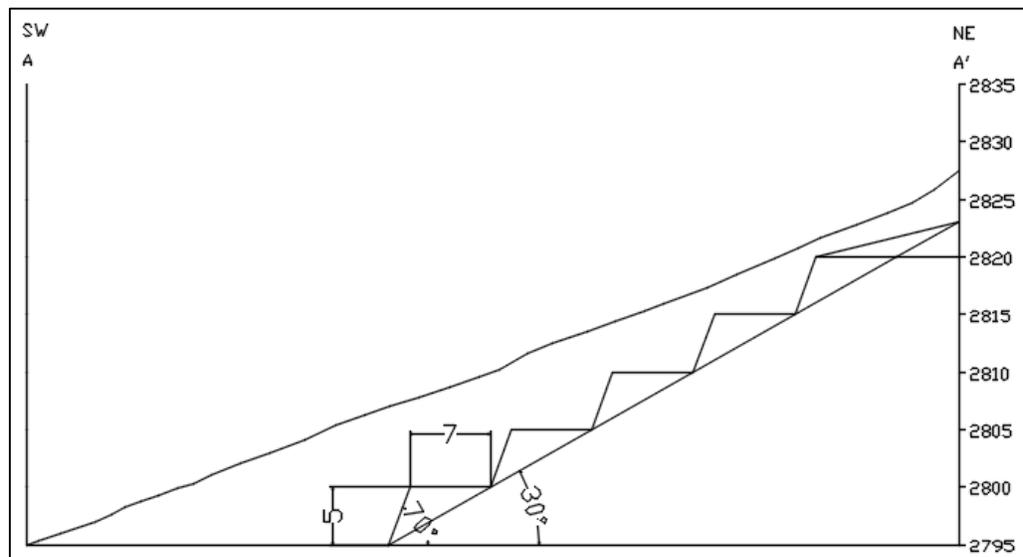


Figura 14: Diseño final de los taludes del tajo.

3.10. Cálculos de perforación y voladura

3.10.1. Cálculos de perforación

Diámetro de Barrenos: Como la clasificación del macizo rocoso es de Tipo II (BUENA), según RMR, se recomienda una perforadora que

cumpla con los parámetros obtenidos anteriormente. Para el proyecto se hará uso de la Máquina Perforadora AirROC D35

Tabla 14

Datos para ϕ de barrenos.

Tipo de roca	Arenisca cuarzosa
Densidad de la Roca	2.45
Tipo de Perforadora	AirROC D35
Diámetro de Perforadora	75mm

Burden (B): Se calcula según el explosivo y el tipo de roca (EXSA 2000). Para el caso de la Presente Cantera, se trata de una roca dura y libre de agua, por lo cual se hará uso de ANFO:

Con ANFO:

- En roca Blanda: $B = 28 * \phi$
- En roca mediana a dura: $B = 25 * \phi$ (media)
- En roca muy dura: $B = 21 * \phi$

Para el proyecto, se trata de una roca dura y con ANFO:

$$B = 25 * \phi$$

$$B = 25 * 75mm$$

$$B = 1.8m$$

Sobreperforación (SP): Es la profundidad a la cual se perfora el barreno por debajo del nivel del piso. Para asegurarse que el rompimiento ocurra a nivel.

$$SP = (0.3 * B)$$

$$SP = (0.3 * 1.8m)$$

$$SP = 0.54m$$

Longitud del Taladro (LT): Esta dado por la suma de la altura del Banco con la sobreexplotación.

$$LT = H + SP$$

$$LT = (5m) + (0.54m)$$

$$LT = 5.54m$$

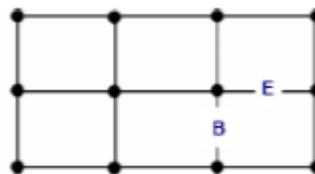
Espaciamiento (E): Separación que existe entre barrenos de una misma fila.

$$E = \sqrt{B * LT}$$

$$E = \sqrt{(1.8m) * (5.54m)}$$

$$E = 3.16$$

De acuerdo con este resultado, el diseño de la malla de perforación será de forma rectangular. Donde $B = 1.8m$ y $E = 3.16$



Rectangular: $E = (2 \times B)$

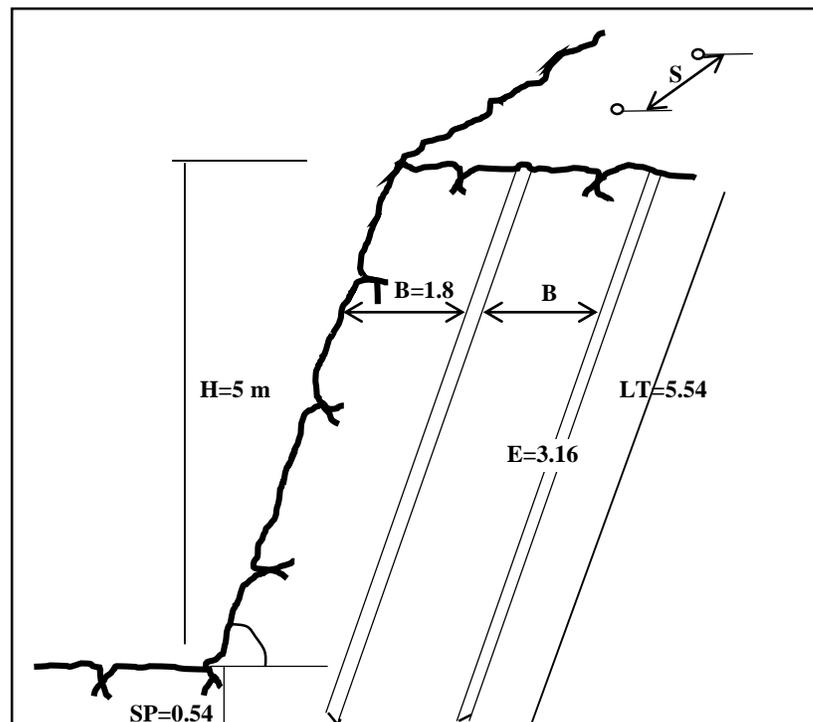


Figura 15: Diseño de perforación y voladura

3.10.2. Cálculos de Voladura

Se finalizan para la obtención de una mejor fragmentación del mineral, facilitando las labores de remoción y transporte.

Tabla 15

Datos de densidad de los explosivos que se utilizarán.

Explosivo	Densidad
CF (ANFO Super 2)	1.18 kg/m ³
CC (ANFO)	0.78 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Carga de Fondo (CF): Para su cálculo se hará uso de ANFO Super 2, el cual presenta una densidad de 1.18 kg/m³.

$$CF = (1.3 * B)$$

$$CF = (1.3 * 1.8m)$$

$$CF = 2.34m$$

Longitud del Taco (T): Tiene la función de retener a los gases generados durante la detonación en fracciones de segundo, para evitar que estos gases fuguen como un soplo por la boca del taladro y por el contrario, trabajen en la fragmentación y desplazamiento de la roca (EXSA 2000).

$$T = (0.7 * B)$$

$$T = (0.7 * 1.8m)$$

$$T = 1.26m$$

Carga Columna (CC): Para su cálculo se hará uso de ANFO que presenta una densidad de 0.78 kg/m³.

$$CC = LT - (CF + T)$$

$$CC = 5.54m - (2.34m + 1.26m)$$

$$CC = 1.94m$$

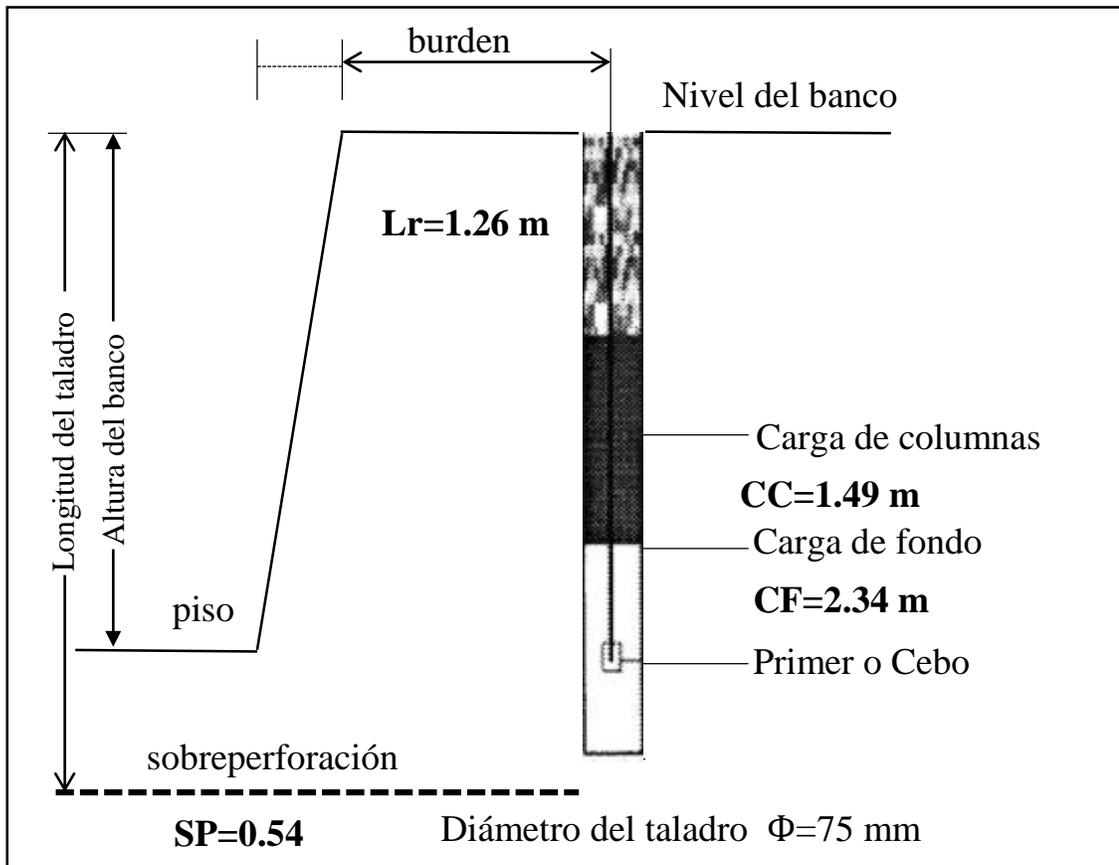


Figura 16: Diseño de los taladros.

Cantidad de Explosivo en Fondo del Taladro (2f):

$$2f = \frac{de(3.15)(\varnothing^2)(CF)}{4} * 1000$$

Donde:

$de = \text{densidad de explosivo} = 1.18$

$\varnothing = \text{diámetro del taladro} = 75\text{mm}$

$$2f = \frac{1.18(3.15)(0.075^2)(2.34)}{4} * 1000$$

$$2f = 12.23 \text{ kg}$$

Cantidad de Explosivo en Columna de Taladro (2c):

$$2c = \frac{de(3.15)(\varnothing^2)(CC)}{4} * 1000$$

$$2f = \frac{0.78(3.15)(0.075^2)(1.49)}{4} * 1000$$

$$2f = 5.14 \text{ kg.}$$

Tabla 16
Parámetros de Voladura.

Carga de Fondo (CF)	2.34 m
Casrga Columna (CC)	1.49 m
Longitud del Taco (T)	1.26 m
Cantidad de Explosivo en Fondo del Taladro (2f)	12.23 kg
Explosivo en Columna de Taladro (2c)	5.14 kg

3.11. Ciclo de minado

En el ciclo de minado se contemplan todas las actividades que se realizarán en la etapa de operación. La finalidad de analizar el ciclo de minado es la de establecer los procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS), para cada una de las actividades, donde se establece la forma de desarrollar cada actividad con la correspondiente identificación de peligros y riesgos, la cantidad de recursos necesarios y los recursos idóneos para la actividad. Como parte de la gestión de producción se ha estructurado un diagrama de flujo para garantizar el correcto desarrollo de las actividades planificadas, según el esquema.

3.11.1. Desbroce

En la minería a cielo abierto es fundamental tener en cuenta los trabajos de movimiento de tierras, debido principalmente al material estéril que requiere de removerse con las actividades de desbroce,

para llegar a los horizontes de material económico que se han de extraer.

El desbroce consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todo el suelo orgánico, así como árboles, plantas, malezas, escombros o cualquier otro material no económico según el Plan de Minado o a juicio del supervisor a cargo. Esta actividad incluye las tareas siguientes:

- Remoción del material orgánico y estéril que cubre el mineral no metálico.
- Acarreo y disposición de estos materiales al emplazamiento proyectado en el plan de minado.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada a un área pre establecida dentro de los componentes del proyecto y se tomarán las medidas dispuestas en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud ocupacional. La vegetación y árboles, arbustos susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y finalmente se almacenarán para ponerlos a disposición y uso final.

3.11.2. Extracción del Material

Para el proyecto Minero no metálico “Cantera Callacpuma”, se ha establecido utilizar la técnica de extracción de mineral sin hacer uso de explosivos, este tipo de trabajos es considerando artesanal y permite obtener fragmentos de geometría homogénea.

El trabajo se basa en un esquema de producción continua donde la excavación de la roca se hará mediante operaciones manuales y

apoyadas con maquinarias, los cuales removerán el material para proceder posteriormente a su carguío y transporte.

El principio de la extracción es Mover más material en un tiempo determinado y al mínimo costo por metro cúbico". Para esto es necesario tener presente 2 aspectos fundamentales como son:

- La producción del personal designado para dicha actividad
- Los costos de la mano de obra

En el trabajo de excavación es fundamental determinar la productividad del personal, estableciendo la relación entre la producción por hora y los costos directos e indirectos vinculados con la excavación. Como parte de este proceso también cabe incluir las tareas de acarreo del material en los casos de que se trate de mineral no económico.

3.11.3. Carguío

Se evaluarán que los equipos a ser utilizados para realizar la limpieza del material de la excavación correspondan a los autorizados para la calificación y magnitud dela actividad extractiva.

Realizado la limpieza se procederá con la excavación del material, para lo cual se utilizarán maquinarias como Tractor Oruga y cargador frontal.

3.11.4. Molienda (Chancado y Zaranda)

Realizado el movimiento del material, se cargará a la tolva del molino eléctrico, para su posterior chancado y luego zarandear el material, clasificándolos por tamaños.

3.11.5. Transporte

El producto de la molienda se cargará a un camión volquete, los cuales transportarán directamente a la obra, en algunos casos serán almacenados temporalmente. La cantidad de volquetes que ingresan a la cantera es de volquetes de 16.4 m³ de capacidad, la frecuencia del transporte está en función de la necesidad de la obra.

3.11.6. Área de Almacenamiento Temporal

El material extraído de la cantera se almacenará temporalmente en lugares adecuados para su posterior utilización, de acuerdo al contratista de la obra.

El requerimiento de mano de obra por parte de la Empresa A&J Contratistas S.R.L, será de 03 operarios. Tendrá instalaciones complementarias dentro del área de concesión como: Almacén, Guardianía de vigilancia.

3.12. Método de minado

El método de explotación es la estrategia global que permite la excavación y extracción de un cuerpo mineralizado del método técnico, económico y de máxima eficiencia. Para el presente caso, la explotación minera a cielo abierto se clasifica en dos principales tipos:

- La que se realiza en la pared de un cerro, denominándose típicamente a este método como de la cantera.
- Los tajos abiertos (open pits) cuya principal característica es la excavación en profundidad del terreno.

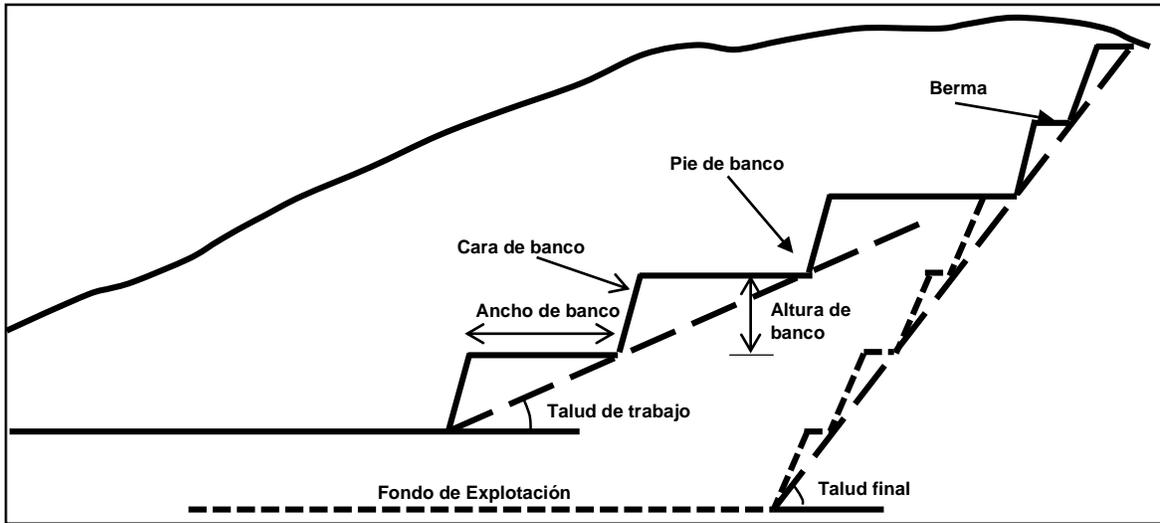


Figura 17: Terminología empleada en una mina a cielo abierto.
Fuente: (Carrero, 2013).

3.13. Diseño del tajo en operaciones y explotación

El tajo de extracción se realizará de acuerdo a la planificación estimada para el año 2017-2018, por lo cual se ha calculado como se ve en los apartados posteriores, los parámetros que definen el tajo de trabajo, respetando la normativa peruana sobre diseño de labores mineras del DS N° 024 - 2016 - EM.

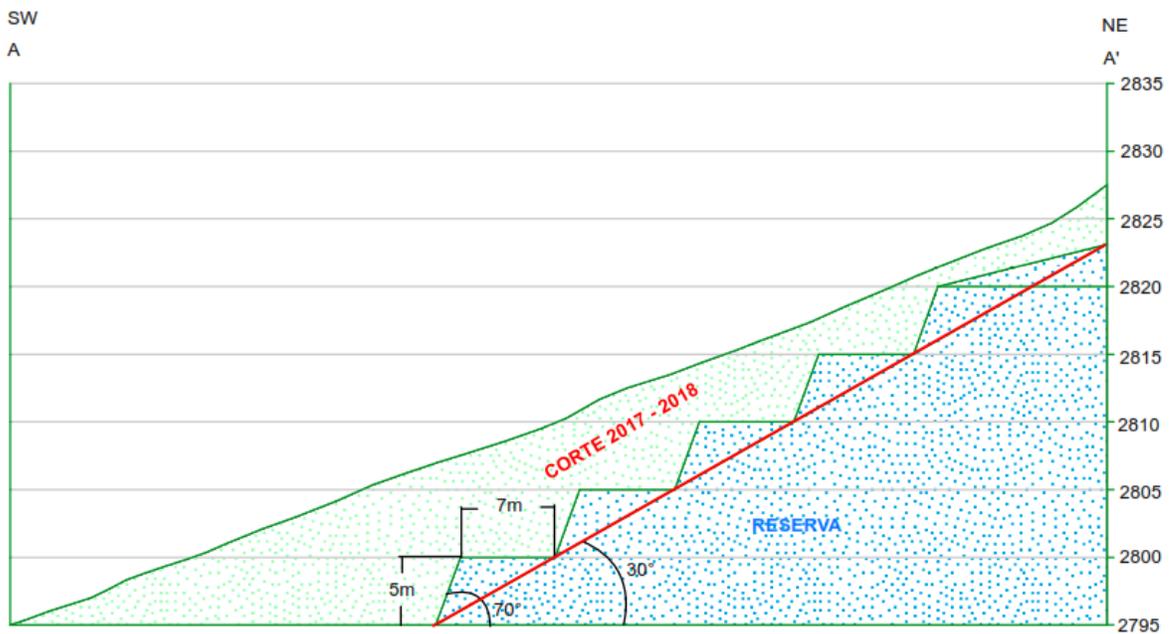


Figura 18: Diseño del tajo a explotar para el año 2017 – 2018.

3.14. Desarrollo y construcción

3.14.1. Instalaciones de almacenaje y servicio

a. Cocina comedor

La concesión minera Cantera Chamisa cuenta con comedor de 600 m² para alimentar a los trabajadores, en esta se localiza el área de cocina y de comedor, con una extensión favorable para la alimentación y posterior descanso de los trabajadores.

b. Casa almacén

En esta infraestructura se ubicarán las herramientas de uso personal, así como también los equipos de protección personal de cada trabajador; para ello el almacén será de un área de 300m².

c. Cuarto de Guardianía

Este cuarto se acoplará en la casa almacén, en un lugar cercano a la puerta y con ventana para visión general de la cantera, para que pueda realizar la supervisión general. Presenta un área de 9m².

d. Oficinas

En esta infraestructura se llevará el control y la negociación del producto final obtenido de las operaciones, en este caso agregados. Este espacio será dividido de manera que pueda distribuirse las áreas estratégicas encargadas de la administración y economía de la cantera. Presenta un área de 400m².

3.14.2. Instalaciones Sanitarias

a. Letrina

La Concesión Minera Chamisa, cuenta con un área sanitaria ubicada junto a las instalaciones de comedor, se realizará de adobe de 12m² con un hoyo de 2 m de profundidad.

b. Sistema de Agua Potable

El agua para consumo humano será adquirida en el Distrito de Llacanora, en bidones de 15 litros, en cantidad de 04 bidones por día, y, para uso doméstico se compra a terceros en cantidad de una (01) cisterna por semana, la misma que será depositada en tanques de 1.50 m³. Esta cantidad satisface la necesidad de agua para consumo y uso de los 11 trabajadores de la cantera.

3.14.3. Instalaciones de manejo de residuos

a. Depósitos de Residuos Industriales y Peligroso

Debido a las operaciones que se realizan en la cantera, se generan todo tipo de residuos que necesitan mantenimiento y un buen manejo, por ello en la Cantera Chamisa, se cuenta con los depósitos para residuos sólidos según la NTP – 900 – 58 – 2005, que proporciona la normativa de colores para proyectos mineros.

b. Tajo

El tajo que se va a explotar en el año 2017-2018 y en donde se va a realizar las operaciones y posterior extracción de material se realizara mediante desbroce y posterior chancado, además cuenta con parámetros descritos en los capítulos anteriores, como son de altura de 5m, ancho de plataforma de 7m, ángulo de talud de 70°, que se ira rebanando según la programación.

c. Accesos

La cantera cuenta con dos accesos principales hacia las instalaciones, las cuales son: la carretera que une el distrito de Baños del Inca con el distrito de Llacanora y la carretera que une La ciudad de Cajamarca con el Distrito de Llacanora.

d. Zona de parqueo

La zona de parqueo de la Cantera Chamisa. se localizará en las cercanías al tajo, con un área de 900m², la cual servirá para el estacionamiento de la maquinaria y vehículos que lleguen a las instalaciones con diversos motivos, ya sea supervisión, compra y venta, etc.

3.14.4. Instalaciones de planta

a. Chancadora

De gran importancia en la cantera, esta infraestructura estará ubicada dentro de las mismas instalaciones de la cantera para evitar costos innecesarios de transporte y minimizar el impacto ambiental de polvo al transportarlas a lugares más alejados.

b. Tanque de Almacenamiento

La Cantera Chamisa usará combustible principalmente (Diésel y lubricantes) y aceites hidráulicos al ser usados por el volquete y cargador.

Dada la cercanía del distrito de Llacanora cada unidad ingresara al área de trabajo abastecida y en óptimas condiciones, por lo que no se requiere de almacenamiento de combustibles.

En las operaciones no habrá aceites usados, cada máquina cuando requiera cambio de aceite lo hará en las estaciones de servicio existentes en el distrito de Baños del Inca.

c. Botadero

El botadero de la cantera se ubicará según la topografía y en un lugar que favorezca el apilamiento de desmonte generado por la cantera. Para el botadero de desmontes se habilitará una plataforma de 600 m² (30 m, de largo por 20 m. de ancho).

d. Cancha de Mineral

Muy cerca de la planta chancadora, se ha dispuesto un área de 300 m² para la disposición temporal del mineral el cual será seleccionado en arena gruesa, confitillo de ½" y de ¾", over y arena fina para su posterior comercialización.

3.15. Diseño de los límites de las instalaciones

Como la explotación se realizará de manera artesanal con personal y apoyado de maquinaria, para el diseño del Plan de Minado, se ha tomado en cuenta principalmente los aspectos ergonómicos. Esta información es la más relevante en el diseño de los bancos de explotación en la cantera, quedando los aspectos geomecánicos y de calidad de la roca aflorante únicamente restringidos para establecer los taludes de los bancos de explotación.

3.15.1. Principales instalaciones de la cantera

Dentro de los principales elementos de la cantera tenemos:

- Tajo
- Accesos
- Botadero
- Oficinas
- Planta de chancado

3.15.2. Localización y diseño de las instalaciones

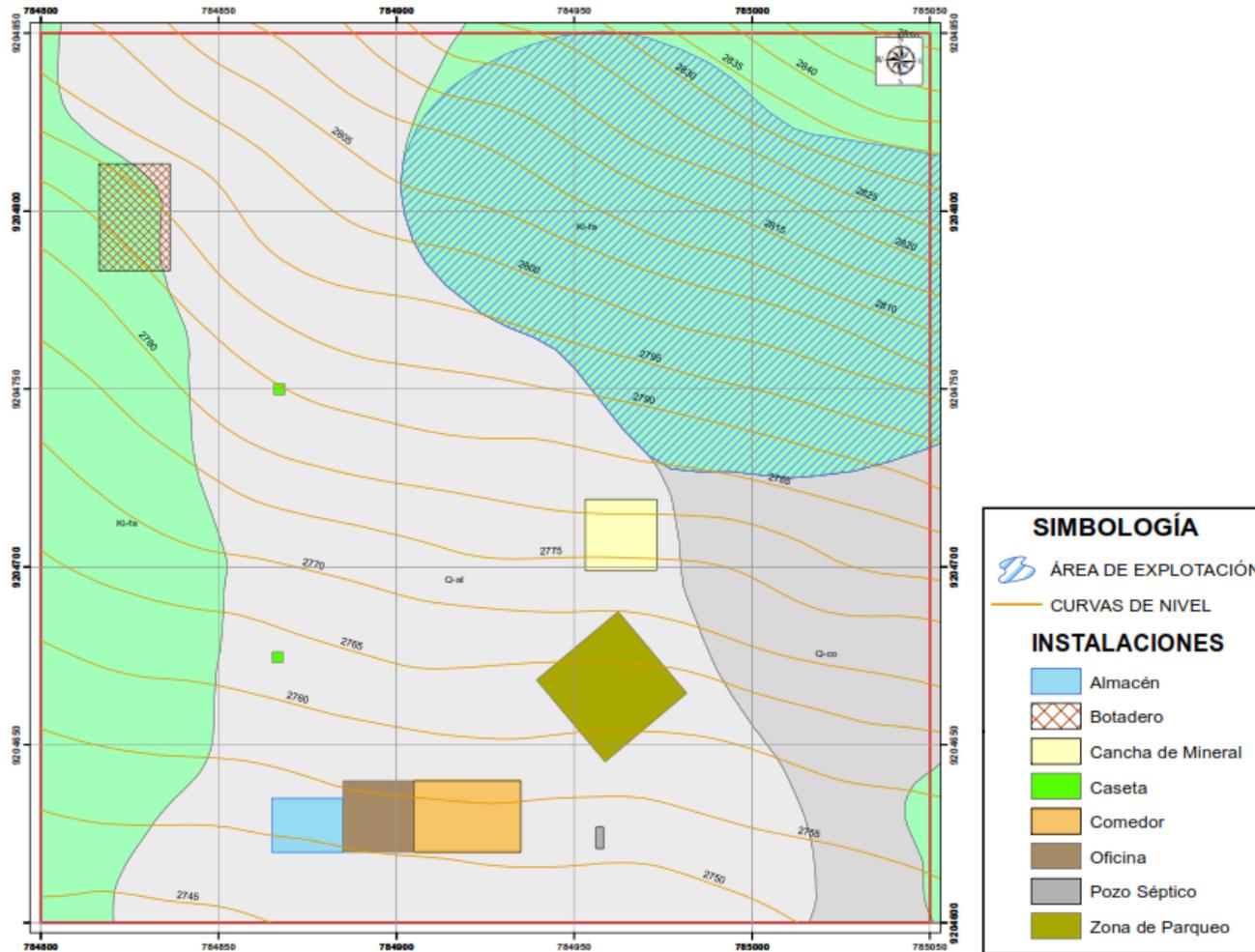


Figura 19: Localización y diseño de las instalaciones.

3.16. Diseño del Tajo

Para el diseño del tajo se ha utilizado el software RocData 4.0 y Slide 6.0.

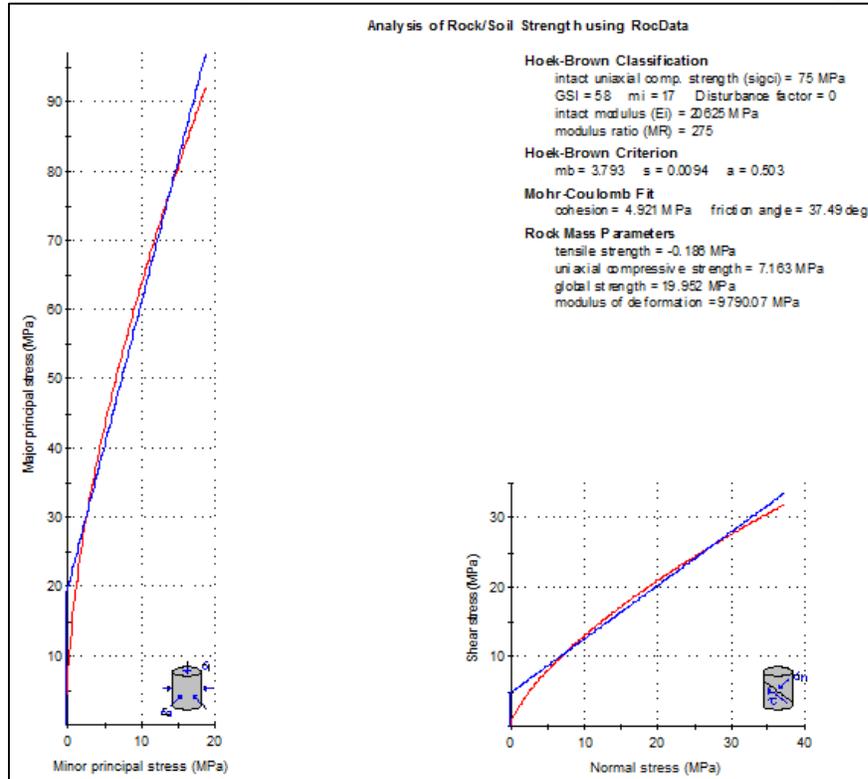


Figura 20: Propiedades Ingenieriles obtenidos en el RocData 4.0.

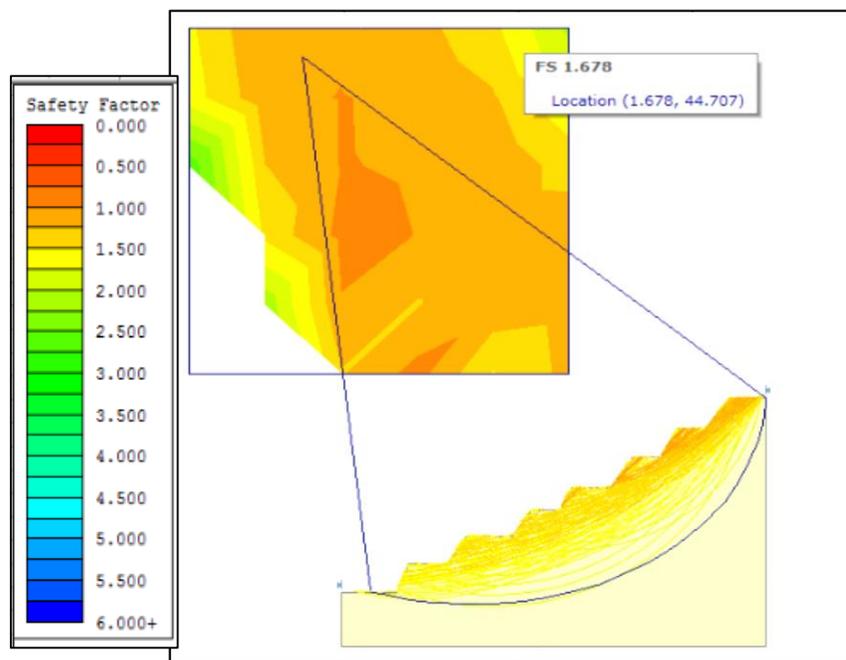


Figura 21: Análisis del factor de seguridad en el diseño del tajo.

3.16.1. Análisis Geomecánico con el Software Slide

Para la zona de extracción, se analizó los parámetros geomecánicos de la roca aflorante (roca arenisca), para poder determinar los parámetros geotécnicos, que ayudarán con el cálculo de las características de los bancos.

Este análisis se basa en hallar el coeficiente de seguridad que indica la estabilidad del talud, la cual se calcula bajo las condiciones existentes en la realidad, es decir nivel freático y sismicidad.

En el análisis del factor de seguridad del tajo se determinó con dos métodos El de Bishop Simplificado y método de Jambu y el resultado fue el siguiente.

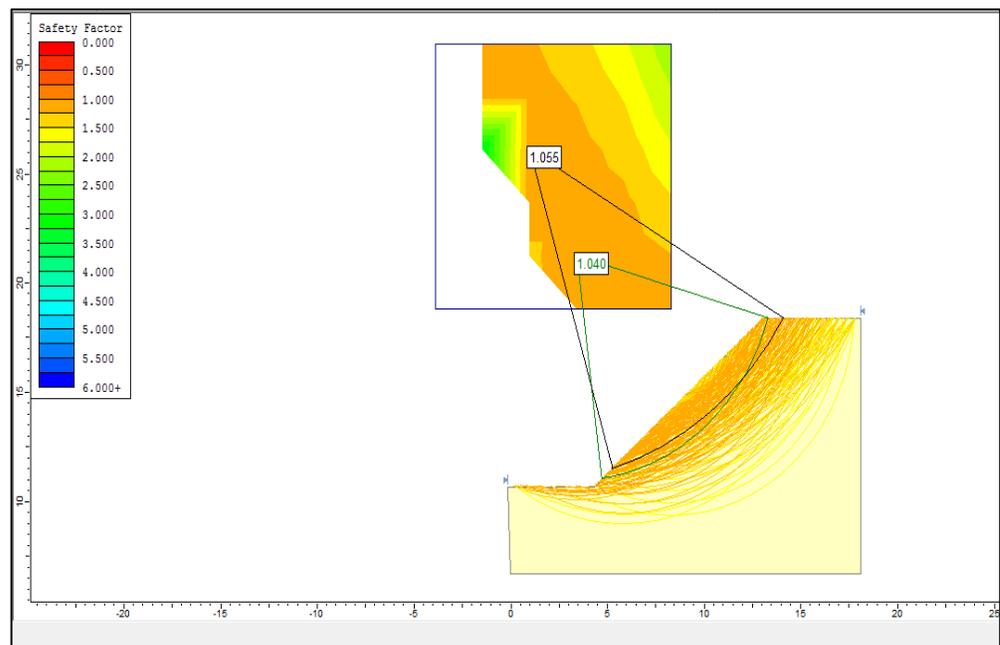


Figura 22: Análisis de los afloramientos de areniscas con el software Slide.

3.16.2. Programa de producción

Tabla 17

Cronograma de Actividades del Proyecto.

ETAPAS	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO				
	1.0 AÑO	1.0 AÑO	3.0 AÑOS	1.0 AÑO	1.0 AÑO
PLANIFICACIÓN	X				
CONSTRUCCIÓN		X			
OPERACIÓN			X		
CIERRE				X	
POST-CIERRE					X

3.17. Reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo

3.17.1. Título I: Disposiciones generales, alcances, objetivos, base legal y definición de términos

a. Capítulo 1: Disposiciones generales

Artículo 1.- Todo trabajador tiene la obligación de conocer el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa y es obligatorio el cumplimiento de cada una de las normas y disposiciones contenidas en éste, así como de otras que pudieran dictarse en el futuro, con el objetivo principal de promover una cultura de prevención de riesgos laborales en la Empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L.

b. Capítulo 2: alcances

Artículo 2.- El presente Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo es de cumplimiento obligatorio para todos los trabajadores relacionados directa o indirectamente con la empresa: Gerencia General, Administración, Jefe de Operaciones, departamento de Seguridad y Salud ocupacional, Supervisores de

obras, obreros, contratistas, mantenimiento, visitantes, almacenes e instalaciones y ambientes involucrados en toda la operación de la Empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L.

Artículo 3.- El incumplimiento del Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo se sancionará según la gravedad, reincidencia y/o responsabilidad; con amonestación, suspensión o despido definitivo del trabajo; previa investigación de la Gerencia.

c. Capítulo 3: objetivos

Artículo 4.- El Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo principal promover una cultura de prevención de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales en la Empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L. y fomentar un mayor desarrollo de la conciencia de seguridad entre los trabajadores para que toda la actividad se realice de manera segura y óptima.

Artículo 5.- Generar una planificación del sistema integrado de gestión, iniciar las coordinaciones, ejecutar las tareas mediante los procedimientos y estándares propio, así mismo conseguir que por actitud nuestros trabajadores tengan un comportamiento seguro destinados a prevenir sistemáticamente los riesgos de accidentes en el trabajo, preservar la salud ocupacional del personal y proteger el medio ambiente.

Artículo 6.- Adicionalmente la Empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L. efectuará todos los esfuerzos necesarios para cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Reducir significativamente los incidentes personales, enfermedades ocupacionales, pérdidas que involucren la protección patrimonial y ambiental de la Empresa.
- Cumplir con los Compromisos y el Liderazgo de Seguridad establecido, promover y mantener los programas de seguridad y salud Ocupacional destinados a garantizar las condiciones y procedimientos seguros de trabajo, mediante la capacitación, supervisión y asesoramiento a todos los niveles, con la finalidad de eliminar o reducir los riesgos ocupacionales que se pueden presentar por dicha actividad extractiva.
- Realizar y Actualizar nuestra Matriz de Riesgos (IPERC), Plan de Contingencias, así como de los Procedimientos Internos.

d. Capítulo 4: base legal

- D.S. 005 - 2012 - TR Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- D.S. 024 - 2016 - EM Reglamento de Seguridad y salud Ocupacional en Minería Modificado.

3.17.2. Título II: Liderazgo, compromisos y política de seguridad y salud en el trabajo

e. Capítulo 6: liderazgo y compromisos

Artículo 7.- La empresa ejerce el liderazgo total en las actividades de seguridad y salud en el trabajo; asimismo, se compromete a promover y mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable, a fin de lograr el éxito en la prevención de incidentes y enfermedades ocupacionales, en concordancia con las prácticas aceptables de la industria minera, la normatividad vigente y con el

cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo dispuestas en el presente Reglamento.

Artículo 8.- La alta gerencia La empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L. asumirá el liderazgo y compromiso con la seguridad y salud en el trabajo, incluyendo lo siguiente:

- Todos los trabajadores deben estar comprometidos con los esfuerzos de seguridad y salud en el trabajo de la empresa.
- Comprometerse con la prevención de incidentes, lesiones y enfermedades ocupacionales, promoviendo la participación de los trabajadores en el desarrollo e implementación de actividades de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La empresa deberá implementar las mejoras necesarias de acuerdo a la naturaleza y magnitud de los riesgos de seguridad y salud en el trabajo.
- La empresa se involucrará personalmente y motivará a los trabajadores en el cumplimiento de los estándares y procedimientos de seguridad y salud en el trabajo, relacionados con el Reglamento Interno.
- La empresa va a liderar y predicar con el ejemplo, determinando la responsabilidad en todos los niveles.
- Se implementará las mejoras necesarias de acuerdo a la naturaleza y magnitud de los riesgos de seguridad y salud ocupacional de la empresa.

f. Capítulo 7: política de seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente

La empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L. dedicada a la extracción de agregados de construcción está comprometida con la seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente teniendo como fin

prevenir la ocurrencia de incidentes, accidentes, enfermedades ocupacionales, contaminación ambiental, a través de una cultura de seguridad en todos sus trabajadores.

Nuestra empresa considera que su capital más importante es su personal y consiente de su responsabilidad social se compromete a generar condiciones para la existencia de un ambiente de trabajo seguro y saludable que permita una mejora continua en sus relaciones.

NUESTROS OBJETIVOS

- Prevenir la ocurrencia de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales.
- Prevenir y mitigar la contaminación ambiental producto de nuestras actividades y servicios.
- Asegurar que todo el personal de la empresa reciba capacitaciones y entrenamiento en materia de seguridad, salud y ambiente.
- Asegurar el buen funcionamiento del Comité de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Mantener un proceso de mejora en los sistemas de seguridad y salud en el trabajo.

g. Capítulo 8: comité de seguridad y salud en el trabajo

Artículo 9.- La Empresa contará con un Comité de Seguridad y Salud Ocupacional, el cual estará constituido por 06 miembros de forma paritaria (mitad Empleador y Mitad Trabajador). Asimismo, cada uno tendrá miembros suplentes que participarán únicamente en ausencia de los titulares.

Artículo 10.- La duración del mandato del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional es de un año. El Gerente de la Empresa definirá la representación de la EMPRESA, mientras que los

representantes de los trabajadores serán elegidos mediante elecciones convocadas por la junta electoral formada por el comité de seguridad y salud ocupacional, para representar a los trabajadores por un año ante el referido comité.

Artículo 11.- Internamente el Comité de Seguridad y Salud Ocupacional está estructurado de la siguiente forma:

Presidente	: Gerente General o la máxima autoridad de la Empresa y tiene a su cargo la convocatoria y dirección de las reuniones ordinarias y extraordinarias.
Secretario Ejecutivo	: Gerente del Programa de Seguridad y Salud Ocupacional quien tiene a su cargo los libros de Actas del Comité que se ha formado.
Vocales	: Elegidos por el total de trabajadores, quienes aportan iniciativas propias y/o del personal de la Empresa para ser tratadas en las reuniones del Comité.

Artículo 12.- Pare ser integrante designado por el titular minero como miembro del comité se requiere:

- Ser trabajador del Titular Minero o empresa contratista minera con capacidad de
- liderazgo.
- Ser mayor de 18 años

Artículo 13.- Pare ser representante de los trabajadores en el comité se requiere:

- Ser trabajador a tiempo completo del Titular Minero, contratista minero y actividades conexas, con contrato vigente, estar en planilla y con permanencia de un año en la empresa.
- Ser mayor de 18 años.
- Tener experiencia en Seguridad y Salud Ocupacional o capacitación recibida en ella no menor de cien (100) horas.

Artículo 14.- El Comité se reunirá mensualmente en forma ordinaria para analizar y evaluar el avance de los objetivos

establecidos en el Programa Anual, y en forma extraordinaria para analizar los accidentes graves o cuando las circunstancias lo exijan.

Artículo 15.-Las reuniones del Comité se pueden realizar dentro o fuera de las horas de trabajo, dentro de los diez (10) primeros días de cada mes, según acuerdo de los miembros de comité.

Artículo 16.- Para que el comité pueda realizar alguna sanción, es requisito mínimo la asistencia de la mitad más uno de sus integrantes.

Artículo 17.- Son funciones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo que tiene que cumplir y tratar en sus sesiones programadas:

- Hacer cumplir el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (DS N°024-2016EM), Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, armonizando las actividades de sus miembros y fomentando el trabajo en equipo.
- Aprobar el Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Programar las reuniones mensuales ordinarias del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo que se llevarán a cabo un día laborable dentro de los 10 días calendario de cada mes, para analizar y evaluar los resultados del mes anterior, así como el avance de los objetivos y metas establecidos en el Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo; mientras que la programación de reuniones extraordinarias se efectuará para analizar los accidentes mortales o cuando las circunstancias lo exijan.

- Llevar el libro de actas de todas sus reuniones, donde se anotará todo lo tratado en las sesiones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo; cuyas recomendaciones con plazos de ejecución serán remitidas por escrito a los responsables e involucrados.
- Realizar inspecciones mensuales de todas las instalaciones, anotando en el Libro de Seguridad y Salud en el Trabajo las recomendaciones con plazos para su implementación; asimismo, verificar el cumplimiento de las recomendaciones de las inspecciones anteriores, sancionando a los infractores si fuera el caso.
- Aprobar el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual será distribuido a todos los trabajadores.
- Aprobar el plan de minado anual para las actividades mineras de explotación con operaciones continuas.
- Aprobar y revisar periódicamente el Programa Anual de Capacitación.
- Analizar mensualmente las causas y las estadísticas de los incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales, emitiendo las recomendaciones pertinentes.
- Imponer sanciones a los trabajadores, incluyendo a los de la alta gerencia de la unidad minera, que infrinjan las disposiciones del presente reglamento, disposiciones legales vigentes y resoluciones que emita la autoridad competente, retarden los avisos, informen o proporcionen datos falsos, incompletos o inexactos, entre otros.
- Promover que los trabajadores nuevos reciban una adecuada formación, instrucción y orientación en prevención de riesgos.

h. Capítulo 9: Capacitación

Artículo 18.- La Empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L. impartirá a los trabajadores, oportuna y apropiadamente, capacitación y entrenamiento en seguridad y salud, en el centro de trabajo y/o en la función específica, estos programas se implementarán en la oportunidad que corresponda, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Al momento de su contratación, cualquiera sea su modalidad o duración; recibirá la siguiente capacitación:
 - Inducción u orientación básica no menor de ocho (08) horas diarias.
 - Capacitación específica teórico - práctico en el área de trabajo. Esta capacitación en ningún caso podrá ser menor de ocho (08) horas diarias durante cuatro (04) días, en tareas mineras.
- Cuando los trabajadores sean transferidos internamente deberán recibir capacitación adecuada antes de ejecutar el trabajo o tarea.
- Cuando se introduzca nuevos métodos de operación, equipos, máquinas y materiales en la aplicación de los PETS, PETAR y estándares de trabajo.
- Cuando se manipule sustancias y materiales peligrosos tales como: ácidos, cianuro, mercurio, explosivos, entre otros.
- La inducción, capacitación y motivación deberá ser impartida por profesionales competentes y con experiencia en materia, quienes deberán preparar películas, videos, diapositivas, transparencias, folletos, afiches, revistas, entre otros.
- No se permitirá la asignación de un trabajo o tarea a ningún trabajador que no haya recibido capacitación previa.

Artículo 19.-La Empresa va a determinar la oportunidad en la cual la capacitación y el entrenamiento serán impartidos.

Artículo 20.- La concurrencia por parte de los trabajadores a la capacitación y entrenamiento sobre seguridad y salud ocupacional es obligatoria.

3.17.3. Título III: Derechos y obligaciones de la empresa, del comité de seguridad y salud ocupacional, de los trabajadores y de las empresas que brindan servicios

i. Capítulo 10: derechos y obligaciones de la empresa

Artículo 21.- La Empresa tiene la facultad exclusiva de administrar el trabajo, teniendo entre otras, las siguientes prerrogativas:

- Designar el trabajo y/o las personas que lo han de ejecutar, así como introducir y aplicar los sistemas y métodos de trabajo más convenientes a la producción.
- Calificar y seleccionar al Gerente de Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como al personal supervisor de seguridad, que cumpla con un perfil profesional competitivo.
- Seleccionar y contratar nuevo personal.
- Transferir al trabajador de una sección a otra o de un turno a otro; cambiarlo de puesto u ocupación, sea en forma permanente o eventual, según las necesidades respetando la remuneración y categoría.
- Queda prohibido el ingreso de personas extrañas a las labores o instalaciones mineras, salvo permiso especial del titular minero.
- Amonestar, suspender y/o despedir en aplicación de su facultad disciplinaria y/o disposiciones legales vigentes.

Artículo 22.- Son obligaciones de la Empresa:

- La Empresa es responsable de asumir de manera absoluta los costos relacionados con la Seguridad y Salud en el trabajo.
- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones contenidas en el presente Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional (RISSO).
- La Empresa es responsable de garantizar la seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el desempeño de todos los aspectos relacionados con su labor, en el centro de trabajo o fuera de él; así como desarrollar actividades permanentes con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes.
- Proporcionar y mantener, sin costo alguno, para todos los trabajadores, equipos de protección personal de acuerdo a la naturaleza de la tarea asignada a cada uno de ellos.
- Proporcionar a los trabajadores las herramientas, los equipos, los materiales y las maquinarias de acuerdo a los estándares y procedimientos de la labor a realizar, que le permitan desarrollarla con la debida seguridad.
- Controlar en forma oportuna los riesgos originados por condiciones o actos sub- estándares reportados.
- Efectuar inspecciones a sus labores mineras para determinar los peligros y evaluar los riesgos a fin de ejecutar los respectivos planes para mitigarlos o eliminarlos.
- Facilitar a todo trabajador una copia del presente Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional (RISSO) y de esa manera mantenerlos informados.
- Brindar capacitación y entrenamiento de los trabajadores, con el objeto de incrementar sus conocimientos y mejorar sus habilidades que les permita alcanzar óptimos niveles de productividad, calidad y eficiencia.

j. Capítulo 11: derechos y obligaciones de los trabajadores

Artículo 23.- En el marco del sistema de seguridad y salud en el trabajo, los trabajadores tienen los siguientes derechos:

- Solicitar al Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo que efectúe inspecciones e investigaciones, cuando las condiciones de seguridad lo ameriten. Asimismo, solicitar a dicho Comité el cumplimiento de cualquiera de las disposiciones del presente reglamento.
- Conocer los peligros y riesgos existentes en el lugar de trabajo que puedan afectar su salud o seguridad a través del IPERC y de la información proporcionada por el supervisor (ingeniero o técnico).
- Obtener del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo o de la autoridad competente, información relativa a su seguridad o salud, a través de sus representantes.
- Retirarse de cualquier área de trabajo al detectar un peligro de alto riesgo que atente contra su seguridad o salud, dando aviso inmediato a sus superiores.

Artículo 24.- Los trabajadores víctimas de accidentes de trabajo tendrán derecho a las siguientes prestaciones:

- Primeros auxilios, proporcionados por el titular minero.
- Atenciones médicas y quirúrgicas, generales y especializadas.
- Asistencia hospitalaria y de farmacia.
- Rehabilitación, recibiendo, cuando sea necesario, los aparatos de prótesis o de corrección o su renovación por desgaste natural, no procediendo sustituirlos por dinero.

Artículo 25.- El trabajador tiene entre otras, las siguientes obligaciones:

- Velar porque se cumplan las disposiciones, normas, procedimientos y similares comprendidos en los programas de seguridad y salud en el trabajo con las instrucciones que les impartan sus superiores jerárquicos directos.
- Cumplir con los estándares, PETS y prácticas de trabajo seguro establecidos por la empresa, estando totalmente prohibido que los trabajadores por iniciativa propia realicen cambios no autorizados.
- Usar adecuadamente los instrumentos y materiales de trabajo, así como los Equipos de Protección Personal (EPP)
- Velar por el cuidado integral de su salud física y mental, así como por el de los demás trabajadores que dependen de ellos durante el desarrollo de sus labores.
- No manipular u operar máquinas, válvulas, tuberías, conductores eléctricos, si no se encuentran capacitados y no hayan sido debidamente autorizados.
- Reportar de forma inmediata cualquier incidente.
- Cooperar y participar en el proceso de investigación de los incidentes, cuando la autoridad competente lo requiera o cuando a su parecer los datos que conocen ayuden al establecimiento de las causas que los originaron.
- No ingresar al trabajo bajo la influencia de alcohol ni de drogas, ni introducir dichos productos a estos lugares.
- Participar obligatoriamente a la capacitación y entrenamiento sobre Seguridad y Salud en el trabajo.
- Realizar la identificación de peligros, evaluar los riesgos y aplicar las medidas de control establecidas en los procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS), permisos de trabajo de alto riesgo (PETAR), análisis de trabajo seguro (ATS), reglamento interno de trabajo y otros, al inicio de sus jornadas de trabajo, antes de iniciar actividades en zonas de

alto riesgo y antes del inicio de toda actividad que represente riesgo a su integridad física y salud

Artículo 26.- En caso los trabajadores incumplan con las disposiciones de Seguridad y Salud en el trabajo dispuestas en el presente reglamento interno, así como con cualquier otra disposición de la Empresa, podrán ser sancionados.

k. Capítulo 12: derechos y obligaciones de las empresas que prestan servicios

Artículo 27.- Las empresas contratistas, subcontratistas y empresas de servicios, están obligadas a cumplir con lo establecido en el presente Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como en el Programa de Capacitación.

Artículo 28.- Los trabajadores sea cual fuere su modalidad de contratación, que mantengan vínculo laboral con contratistas, subcontratistas y empresas de servicios que hayan celebrado contrato con la Empresa tienen derecho a través de sus empleadores respectivos al mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud en el trabajo.

3.17.4. Título IV: Estándares de seguridad y salud en las operaciones

I. Capítulo 13: uso del equipo de protección personal (EPP)

Artículo 29.- Todo trabajador o visitante debe utilizar este EPP básico, en las áreas operativas del proyecto, esto no incluye oficinas y campamento.

Artículo 30.- El EPP básico consta de lo siguiente:

- Casco de seguridad

- Lentes de seguridad
- Botas o Zapatos punta de acero
- Ropa o Chalecos reflectivos

Artículo 31.- El trabajador es responsable por el debido uso de su equipo de protección personal, por el buen estado de conservación y mantenimiento del mismo, solicitando su cambio con una autorización escrita por su supervisor.

Artículo 32.- A los trabajadores que ejecutan labores especiales y peligrosas se les dotará de EPP adecuados al trabajo que realizan.

Artículo 33.- La empresa proporciona al trabajador el equipo de protección personal necesario para el desempeño de su trabajo, cuyo uso es OBLIGATORIO.

m. Capítulo 14: control de materiales peligrosos

Artículo 34.- Cuando un material o químico peligroso nuevo sea introducido en el área de trabajo, el personal que tenga contacto con el mismo será previamente entrenado en su uso y manipulación.

Artículo 35.- Para el almacenamiento de materiales y químicos peligrosos se debe considerar las propiedades reactivas e incompatibilidades con otros productos y en la zona de cada producto deben estar exhibidas las Hojas de Información del Material (MSDS), original y en español.

Artículo 36.- La Empresa debe realizar inspecciones periódicas para verificar que los materiales y químicos peligrosos sean

transportados, almacenados, usados y etiquetados debidamente en el lugar de trabajo.

Artículo 37.- Respetar las señales de “NO FUMAR” instaladas en los almacenes, debido al riesgo de incendio.

Artículo 38.- El personal que utiliza materiales y químicos peligrosos, debe utilizar el Equipo de Protección Personal (EPP) pertinente en buen estado.

Artículo 39.- La ventilación en los almacenes deberá ser adecuada para evitar la concentración de algún gas tóxico, si es posible se debe instalar extractores o ventilación artificial.

Artículo 40.- El personal que tenga contacto con materiales y químicos peligrosos deberá cumplir con las demás disposiciones sobre seguridad y salud en el trabajo.

n. Capítulo 15: trabajos en espacios confinados

Artículo 41.- El personal de la Empresa debe contar con autorización o permiso para Trabajos en Espacios Confinados.

Artículo 42.-Sólo el personal debidamente autorizado y entrenado podrá entrar a un espacio confinado.

Artículo 43.- El vigilante debe permanecer fuera del espacio confinado como observador, manteniendo comunicación con la persona que ha ingresado.

Artículo 44.- Cualquier trabajo en espacios confinados se detendrá si las condiciones bajo las que se otorgó la autorización han cambiado. Se reiniciará el trabajo cuando se hayan restablecido las condiciones de seguridad.

o. Capítulo 16: excavaciones y zanjas

Artículo 45.- El personal que va a realizar el trabajo de excavaciones y zanjas recibirá el curso de Excavaciones y Zanjas. Asimismo, charlas en la que se indicarán los peligros específicos en la zona de trabajo.

Artículo 46.- Todo trabajo de excavación mayor a 0.50 m. requiere de autorización para ejecutar excavaciones y zanjas.

Artículo 47.- El material extraído de la excavación u otro material acopiado en la superficie, debe quedar como mínimo a una distancia del borde igual a la mitad de la profundidad de la excavación.

Artículo 48.- En caso de suelos muy deleznable, esta distancia será mayor o igual a la profundidad de la excavación.

Artículo 49.- En los casos que se realicen trabajos en taludes o cerca de las excavaciones de profundidad mayor o igual a 1.80 metros, los trabajadores deberán contar con un sistema de prevención y detención de caídas.

Artículo 50.- Si existen evidencias o posibilidades de DERRUMBES, se tomarán las precauciones del caso antes de continuar con la excavación.

Artículo 51.- Está prohibido que el personal trabaje bajo cargas suspendidas o cerca del equipo de excavación, se debe mantener una distancia prudencial.

Artículo 52.- Se deberá colocar letreros alertando sobre los riesgos de la excavación. Asimismo, se deberá cercar el perímetro de la excavación con cinta amarilla de advertencia.

p. Capítulo 17: trabajos en caliente

Artículo 53.- El personal de la Empresa debe contar obligatoriamente con el “Permiso de Trabajo en Caliente” para desarrollar cualquier labor que genere chispas, calor o altas temperaturas en áreas, equipos o maquinarias donde se trabaje que genere riesgo de un incendio o explosión

Artículo 54.-El personal de la Empresa que realiza trabajos en caliente deberá inspeccionar el área y todo material combustible e inflamable, asegurar que su área de trabajo se encuentre libre de riesgos de incendio. Asimismo, deberá conocer la localización de los equipos contra incendios y cómo utilizarlos.

Artículo 55.- El trabajador debe detener un trabajo en caliente, si las condiciones bajo las que se llenó el permiso cambian.

Artículo 56.-Los trabajadores que realicen trabajos en caliente deberán hacer uso obligatorio del Equipo de Protección Personal para el desarrollo de sus labores.

Artículo 57.- Los trabajadores involucrados en los trabajos en caliente son entrenados en Lucha contra incendios y cualquier otro entrenamiento necesario para los riesgos existentes en el trabajo.

q. Capítulo 18: trabajos en altura

Artículo 58.- Para realizar trabajos en altura o en distintos niveles a partir de 1.80 metros, es obligatorio usar un sistema de prevención y detención de caídas, tales como: doble anclaje, línea de vida, arnés de cuerpo entero (certificado) y barbiquejo. Además, para este tipo de trabajo se debe utilizar un Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo (PETAR).

Artículo 59.- Cuando se trabaje en lugares elevados se debe demarcar la zona y colocar señales de advertencia portátiles y barreras indicando el peligro. No deje caer herramientas o material al suelo ni tampoco los arroje; use baldes con soga para subir o bajar lo que necesita.

Artículo 60.- Se debe inspeccionar visualmente antes de cada uso el equipo de protección contra caídas para detectar rasgaduras en el material, raspaduras, corrosión o deterioro del material metálico, podredumbre, pellizcos, chancaduras, cortes o deshenebramientos en líneas y daños en general.

Artículo 61.- Todos los trabajadores deben tener capacitación y entrenamiento en los procedimientos para Trabajos en Altura.

Artículo 62.-El equipo de protección contra caídas debe recibir mantenimiento tan frecuentemente como sea necesario para

asegurar su operación adecuada, como para evitar un descarte prematuro.

r. Capítulo 19: explosivos

Artículo 63.- Los polvorines deberán construirse de acuerdo con la legislación sobre control de explosivos de uso civil vigente y deberá contar con la licencia de funcionamiento de la SUCAMEC.

Artículo 64.- Los polvorines deben estar alejados y aislados de la zona de trabajo y en lugares tales que, en caso de explosión, no afecten las instalaciones, se debe mantener un ambiente seco y bien ventilado de manera que la temperatura y humedad se mantenga dentro de los límites adecuados para la buena conservación de los explosivos, accesorios y agentes de voladura almacenados.

Artículo 65.- Los polvorines estarán protegidos interior y exteriormente contra incendios y contarán con extintores de polvo químico seco para combatir amagos de incendio, dentro y fuera de los polvorines.

Artículo 66.- La puerta de los polvorines debe estar siempre cerrada con llave y solamente se permitirá el ingreso de trabajadores autorizados y con las debidas precauciones.

Artículo 67.- Las instalaciones eléctricas deben estar entubadas y los interruptores serán a prueba de chispa.

Artículo 68.- La dinamita u otros explosivos, agentes de voladura, fulminantes y otros accesorios, se almacenarán en depósitos

diferentes. Dichos depósitos estarán marcados con carteles gráficos y letreros visibles con la indicación: "Peligro Explosivos". Queda terminantemente prohibido almacenar en dichos depósitos cualquier otro material.

Artículo 69.- Las cajas o envases de los explosivos encartuchados (dinamitas y/o emulsiones) se almacenarán mostrando las etiquetas con la característica de contenido, de tal forma que los cartuchos se encuentren con su eje mayor en posición horizontal.

Artículo 70.- En la atención de salida de explosivos, se dará preferencia a los de ingreso más antiguo.

Artículo 71.- Todo polvorín debe tener la instalación de captores de rayos o terminales captores de rayos instalados de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad.

Artículo 72.- Está prohibido fumar e ingresar a los polvorines con lámparas a llama o con linternas a pila sin aislamiento de seguridad. Se colocarán avisos al respecto.

Artículo 73.- Queda prohibida la presencia o proximidad a los polvorines de productos inflamables tales como sustancias químicas, pintura, grasas, aceites, pastos secos, maderas no tratadas, etc.

Artículo 74.- Está prohibido el ingreso al polvorín a trabajadores no autorizados.

Artículo 75.- Las zonas alrededor de los polvorines deben estar libres de pasto seco, arbustos, desperdicios, árboles y cualquier

material combustible hasta una distancia no menor de diez (10) metros.

Artículo 76.- Se dará instrucciones para obligar al personal que transporta explosivos a hacerlo con la máxima precaución evitando choques, rozamientos, chispas y demás causas posibles de accidentes.

Artículo 77.- El trabajador responsable del traslado deberá ser especializado y conocedor de todas las precauciones pertinentes en el manipuleo de sustancias explosivas.

Artículo 78.-La utilización y manipuleo de los explosivos se hará por trabajadores especializados, responsables y debidamente designados y autorizados.

Artículo 79.- Se llevará un control estricto del consumo de explosivos.

Artículo 80.- Los explosivos malogrados de cualquier naturaleza, así como las cajas, papeles y demás envoltorios que se utiliza en el embalaje de explosivos serán destruidos, de acuerdo a los ANEXOS N° 1 y N° 2, del Decreto Supremo N° 024-2016-EM.

Artículo 81.- Está prohibido el uso de celulares encendidos en áreas cargadas con explosivos. Artículo 82.- Está prohibido dejar explosivos y accesorios de voladura en la zona de trabajo. Cualquier sobrante de los mismos deberá almacenarse en el almacén destinado para este fin. Artículo 83.- Antes de proceder a iniciar la voladura se dará aviso al resto de personal para que se protejan en un lugar seguro para evitar que alguna partícula de

material pueda ocasionar algún accidente. Asimismo, se colocarán vigías alrededor del tajo para evitar que transeúntes puedan ser alcanzados por el disparo.

Artículo 84.- Concluida la voladura, después de 10 minutos, el supervisor del tajo y el perforista y ayudante inspeccionarán el área, con la finalidad de verificar que no haya tiros cortados o cualquier anomalía que se hubiera presentado durante la voladura.

Artículo 85.- Cerca de la carretera se extremarán medidas de seguridad para detener los vehículos en ambos lados.

Artículo 86.- Todo explosivo o accesorio de voladura no usado o sobrante debe devolverse al polvorín.

3.17.5. Título V: Estándares de seguridad y salud en los servicios y actividades conexas

s. Capítulo 20: vehículo y equipo móvil

Artículo 87.- Está prohibido operar máquinas o equipo sin estar entrenado y autorizado dentro de las operaciones de la Empresa A&J CONTRATISTAS S.R.L. Asimismo, los trabajadores son responsables por el cuidado, mantenimiento y limpieza de los vehículos y equipos que utilizan.

Artículo 88.- Antes de operar cualquier maquinaria o equipo vea que esta se encuentre en buenas condiciones, con sus guardas y dispositivos de seguridad en su lugar, si presentase desperfectos comunique a su supervisor.

Artículo 89.- Todo vehículo o equipo debe contar como mínimo, para casos de emergencia, con: extintor, botiquín, accesorios de seguridad y cable para batería.

Artículo 90.- Está prohibido conducir un vehículo o equipo bajo la influencia de alcohol o drogas que pueda afectar la capacidad para conducir.

Artículo 91.- Está prohibido llevar personal dentro de la cabina de los equipos.

Artículo 92.- Solo vehículos y equipos debidamente autorizados ingresarán a las instalaciones de la Empresa.

t. Capítulo 21: seguridad en vías y procedimiento de transporte de areniscas

Artículo 93.- Se deberá obtener la adecuada licencia de conducir. Solo pueden conducir vehículos o equipos los trabajadores que cuentan con entrenamiento y autorización. Deberá portar, adicionalmente su licencia de conducir original (Brevete), la tarjeta de propiedad del vehículo y el seguro contra accidentes de tránsito.

Artículo 94.- La señalización de las vías de tránsito deberá ser respetada por todos los conductores.

Artículo 95.- Está prohibido usar cualquier vehículo que no se encuentre en perfectas condiciones de seguridad, para ello se debe realizar el Check List antes de iniciar el movimiento. El conductor de un vehículo es el responsable de su manejo, su condición mecánica.

Artículo 96.- En caso de cometer alguna infracción de tránsito o en un eventual accidente de tránsito y la Empresa o la Policía Nacional lo requiera, el trabajador implicado deberá someterse al dosaje etílico correspondiente.

Artículo 97.- Debe tenerse presente que el uso de cinturones de seguridad es OBLIGATORIO.

Artículo 98.- Todo conductor está en la obligación de reducir la velocidad en condiciones físicas peligrosas (polvo, agua, aceite o encallamiento) y climáticas (neblina, granizada, vientos fuertes, nevadas, lluvia, etc.) de la carretera.

Artículo 99.- Los vehículos que transportan cal, antes de salir de la zona de carguío deberán ser lavados o limpiados adecuadamente y colocar la carpa de protección para evitar que el material sea arrastrado por el viento o mojado por la lluvia.

Artículo 100.- Los vehículos que transportan agregados deberá ser ploteado por una camioneta, la misma que deberá ir por delante del camión a una distancia no mayor de 100 m.

3.17.6. Título VI: estándares de control de los peligros existentes y riesgos evaluados

u. Capítulo 22: investigación de incidentes y accidentes laborales

Artículo 101.- Todo incidente o accidente debe ser reportado de forma inmediata, además los trabajadores están obligados a participar en la investigación, esto permite recopilar y evaluar toda evidencia sobre los hechos, sus causas, consecuencias y soluciones para evitar nuevas pérdidas futuras.

Artículo 102.- Por ningún motivo se debe investigar incidentes o accidentes para buscar culpables.

Artículo 103.- La Empresa realizará una investigación cuando se hayan producido daños en la salud de los trabajadores o cuando aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, a fin de detectar las causas y tomar las medidas correctivas al respecto. También se investigarán accidentes que involucren daños a los equipos o la propiedad.

Artículo 104.- Hacer seguimiento de las acciones correctivas, resultantes de las investigaciones, para asegurarse del cumplimiento dentro del plazo establecido.

Artículo 105.- Para el análisis de incidentes se puede aplicar el Modelo de Causalidad de pérdidas basado en el Principio de Causas Múltiples, que consta de los siguientes elementos:

- Falta de control (programas inadecuados, cumplimiento inadecuado de los estándares)
- Causas básicas (factores personales y factores del trabajo)
- Causas inmediatas (actos y condiciones sub-estándares)
- Accidente (acontecimiento)
- Pérdida (efectos)

v. Capítulo 23. Inspección de las áreas de trabajo

Artículo 106.- El propósito de las inspecciones es prever un ambiente de trabajo que esté libre de condiciones y prácticas de trabajo que potencialmente puedan causar daño a las personas,

daños a la propiedad o a los equipos, pérdidas de producción o efectos negativos sobre el medio ambiente.

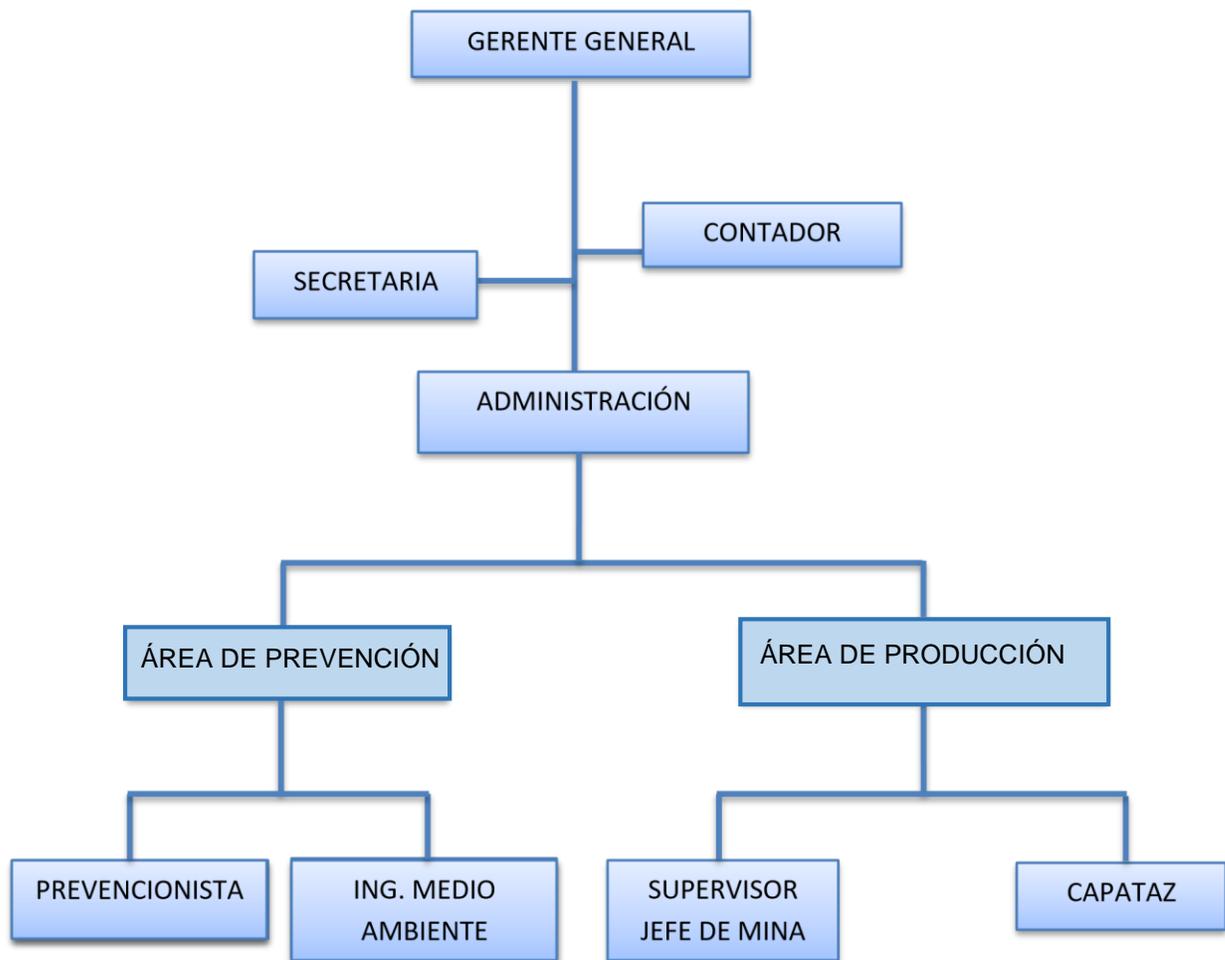
Artículo 107.- Las inspecciones de las áreas de trabajo nos permitirán identificar peligros potenciales, condiciones sub-estándares, efectos de los cambios realizados y las acciones ejecutadas correctamente.

Artículo 108.- Todos los trabajadores de la A&J CONTRATISTAS S.R.L. tienen la obligación de realizar una inspección informal, consiste en revisiones rutinarias previas al inicio del trabajo mediante las cuales se verifica que el área de trabajo, equipos, herramientas, máquina e implementos de seguridad se encuentren en buenas condiciones.

Artículo 109.- Las inspecciones de orden y limpieza se realizarán para verificar que las cosas están donde deben estar, para una máxima productividad, seguridad y costo. La congestión y la interferencia hacen el trabajo menos eficiente y seguro.

Artículo 110.- Todos los trabajadores de la Empresa tienen la obligación de tomar medidas correctivas inmediatas ante peligros de seguridad y salud inminentes observados e informados a su supervisor inmediato.

3.18. Organigrama empresarial de A&J Contratistas S.R.L.



3.19. Manual de organización y funciones

3.19.1. Funciones del cargo del gerente general

- El Gerente General de la empresa tiene la mayor responsabilidad dentro de ella y es el encargado de tomar las decisiones más importantes, como avalar los proyectos, las estrategias y los cursos alternativos de acción para el crecimiento de la empresa.
- Controla y dirige las actividades generales y medulares de la empresa.

- Establece objetivos, políticas y planes globales junto con los niveles jerárquicos altos (con los jefes de cada departamento).
- Es el representante de la empresa, es decir, vigila el buen funcionamiento.
- Aprueba los procedimientos de las compras (es decir, la materia prima, la calidad del producto y el precio adecuado).
- Realiza evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de las funciones de los departamentos.
- Busca mecanismos de capitalización (es decir que se concreten nuestras ganancias, compras ventas e inversiones para obtener mejor capital).
- Aprueba proyectos, toma las decisiones más importantes (como inversiones o la proyección de un producto nuevo).
- Busca mejoras constantes (como ser la mejor empresa, tener más clientes, una empresa más grande, nuevos productos de galleta de calidad, así como un incremento de capital).
- Controla y dirige las actividades generales y medulares de la empresa.

3.19.2. Funciones del cargo del contador

- Implantar el sistema contable más conveniente para la empresa.
- Establecer el procedimiento óptimo de registro de operaciones efectuadas por la empresa (manual, mecánico o electrónico).
- Verificar la exactitud de las operaciones registradas en libros y registros auxiliares.
- Vigilar el cabal cumplimiento de las obligaciones fiscales.
- Elaborar, analizar e interpretar los estados financieros.
- Proporcionar a la dirección información confiable y oportuna para la toma de decisiones en el curso diario.

- Controlar la contabilidad de la Asociación e intervenir todos los documentos de cobro y pago correspondientes.
- Formular con el Tesorero el presupuesto y la cuenta general de gastos e ingresos de cada año, sometiéndolos a la aprobación de la Junta Directiva, para que ésta los presente, con su dictamen, a la Junta General.
- Rendir a la Junta Directiva las cuentas trimestrales de gastos e ingresos.

3.19.3. Funciones del cargo de secretaria

- Reclutar las solicitudes de servicios por parte del departamento de servicio al cliente.
- Hacer una evaluación periódica de proveedores para verificar el cumplimiento y servicios de estos.
- Recibir e informar asuntos que tenga que ver con el departamento correspondiente para que todo estemos informado y desarrollar bien el trabajo asignado.
- Atender y orientar al público que solicite los servicios de una manera cortés y amable para que la información sea más fluida y clara.
- Hacer y recibir llamadas telefónicas para tener informado a los jefes de los compromisos y demás asuntos.
- Obedecer y realizar instrucciones que le sean asignadas por su jefe.

3.19.4. Funciones del cargo del administrador

- Liderazgo: la capacidad de guiar a la organización en pos de sus objetivos.
- Representación: se refiere a su rol como autoridad formal, es decir el cargo y su lugar en la jerarquía.
- Planificación: Coordinar el manejo de los recursos, humanos y materiales, para lograr los objetivos de la empresa.

- Negociación: debe ser capaz de ponderar y escoger entre las diferentes opciones que se le presenten, ya sea relativo a compras o resolución de problemas.
- Manejo del error: Ser capaz de resolver creativamente los problemas, corregir los errores y seguir adelante.
- Enlace: Debe ser capaz de coordinar sus acciones y la de su departamento con las demás secciones de la empresa.

3.19.5. Funciones del cargo del prevencionista e ingeniero de medio ambiente

- Liderar, planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar el cumplimiento de la gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente, de la Unidad de Producción Minera en coordinación con los ejecutivos de mayor rango de cada área de trabajo.
- Actuar como: entrenador, facilitador, asesor, coordinador.
- Liderar el planeamiento de las diferentes etapas de las operaciones mineras.
- Asegurar el cumplimiento del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. 024-2016-EM
- Coordinar y revisar la documentación de inspectores de seguridad.
- Informar periódicamente a toda la organización minera acerca del desempeño logrado en la administración de la gestión de SSMA (Seguridad, Salud y Medio Ambiente).
- Efectuar y participar en las inspecciones y auditorias para evaluar la gestión de SSMA (Salud, Seguridad y Medio Ambiente), el cumplimiento del reglamento y el avance del Programa Anual de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Revisión y autorización de ingreso de personal a desarrollar actividades.
- Revisar inspecciones del área de trabajo y todos los proyectos de la parte Ambiental.

- Controlar los impactos ambientales negativos.
- Hacer evaluaciones de gestión en impactos ambientales.
- Elaborar y revisar documentación para entidades gubernamentales.

3.19.6. Funciones del cargo de supervisor jefe de mina

- La seguridad e integridad de sus colaboradores.
- La mejorara de las condiciones laborales.
- Las buenas prácticas operacionales.
- Mejorar la productividad de los empleados.
- Desarrollar un uso óptimo de los recursos.
- Obtener una adecuada rentabilidad de cada actividad al ser realizada.
- Monitorear las actitudes del personal bajo su supervisión.
- Cumplir con el programa de exploración, desarrollo, preparación y explotación de la mina.
- Distribuir, monitorear y controlar las actividades del personal mina (operarios).
- Inspeccionar y evaluar regularmente el lugar de trabajo para asegurarse de que existen condiciones seguras de trabajo.
- Proponer programas de entrenamiento y medidas correctivas relacionadas a la seguridad, medio ambiente y procesos operativos.
- Supervisar la perforación, voladura, acarreo de mineral y desmonte.
- Controlar los costos y supervisar a la empresa contratista.

3.19.7. Funciones del cargo de capataz

- Organización del proceso y la mecánica de los trabajos de obra encomendados
- Control y seguimiento de la ejecución de trabajos concretos de obra.
- Replanteo y construcción de las unidades de obra.
- Control y organización del equipo de trabajo.

- Propuesta de procedimientos, materiales y técnicas. Asesoramiento a los operarios del equipo.
- Recepción y organización de materiales, zonas de reunión, talleres.
- Control del cumplimiento de las medidas de prevención de riesgos laborales por parte de los componentes del equipo.
- Control de los medios y la maquinaria de obra.
- Supervisión y verificación de los procesos y resultados de los trabajos. Control del cumplimiento de las condiciones de recepción de los trabajos realizados.

3.20. Contratación de Hipótesis

3.20.1. Prueba de hipótesis general

Con la realización de la cubicación de reservas, se elaboró el plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa, Llacanora, Cajamarca, 2018. Por lo tanto, esta hipótesis queda aprobada.

3.20.2. Prueba de hipótesis específicas

- Con la determinación de los parámetros geológicos y geomecánicos de la cantera Chamisa se logró cubicar de reservas para la posterior elaboración del plan de minado anual. Por lo tanto, esta hipótesis queda aprobada.
- Se cubicaron las reservas de la cantera Chamisa, mediante la cual se determinó el tiempo de vida de la mina y la posterior elaboración del plan de minado anual. Por lo tanto, esta hipótesis queda aprobada.

- Se diseñó el plan de desarrollo y la secuencia de explotación más adecuada de la cantera Chamisa, con lo cual se desarrolló el plan de minado. Por lo tanto, esta hipótesis queda aprobada.
- Se determinó la producción anual y su vida útil, con lo cual se determinó las actividades principales para la elaboración del plan de minado anual de la cantera Chamisa. Por lo tanto, esta hipótesis queda aprobada.

CONCLUSIONES

- Las características de las areniscas son cuarzosas blancas de grano medio a grueso de buena selección con una madurez textural de madura a supermadura y clastos subredondeados a redondeados de alta esfericidad, con presencia de pátinas de óxido de hierro en la matriz pertenecientes a la formación Farrat. La geomecánica se realizó mediante el RQD que es 59%, el RMR es 62 de calidad buena y el GSI 58.
- Se cubicaron las reservas de la cantera Chamisa, que son 1 639 600 m³, mediante el método de perfiles.
- El plan de desarrollo y la secuencia de explotación consiste en desbroce, para luego pasar a la extracción de la arenisca, posteriormente viene el carguío y molienda, para luego ser transportado o almacenado.
- La producción anual es de 72000 m³, y la vida útil de la cantera Chamisa es de 22.77 años.

RECOMENDACIONES

- La empresa A&J Contratistas S.R.L., debe aplicar el plan de minado anual dentro de sus actividades mineras, para optimizar la producción.
- La empresa A&J Contratistas S.R.L., debe presentar su plan de minado anual a la Dirección Regional de Energía y Minas – Cajamarca, para su evaluación y aprobación, esto evitará posibles multas por falta de este documento.
- El supervisor de operaciones de la empresa A&J Contratistas S.R.L., debe realizar monitoreos diarios del cumplimiento del plan de minado, para evitar retrasos operativos.
- La empresa A&J Contratistas S.R.L., debe implementar un programa de control de calidad para evitar que las areniscas cuarzosas se contaminen con top soil o con óxidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, D., & Salazar, C. (2016). Evaluación Económica para Explotación de Arcillas Tipo Caolinita en la Concesión Minera Rumicucho, Centro Poblado Huayrapongo, Distrito de Llacanora, Provincia y Departamento de Cajamarca, 2016. *Tesis para optar el título de ingeniero de minas*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7558>.
- Cabrera, M. (2015). Planificación Minera en Mina Pucamarca de Minsur S.A. *Tesis para optar el título de ingeniero de minas*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni>.
- Carrero, R. (2013). Caracterización Geológica y Cálculo de Volumen de Calizas en una Zona Ubicada al Norte de San Sebastián de los Reyes, Edo Aragua. 30-35. Caracas, Venezuela. Recuperado de http://bibliogeo.ing.ucv.ve/cgi-win/be_alex.cgi.
- Castro, B. (2015). Propuesta de Implementación de Plan de Minado en La Cantera de Dolomita “Jajahuasi 2001” de la Comunidad Campesina Llocllapampa – Provincia De Jauja. *Tesis para optar el título de ingeniero de minas*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream>.
- Galo, L. (2013). Modelo de Costos para la Valorización de Planes Mineros. *Tesis para obtener el grado de magister en minería*. Santiago, Perú: Universidad Nacional de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/>.
- Guevara, J. (2017). Propuestas de un Plan de Minado para Mejorar la Productividad en la Cantera El Gavilán, al Sur de la Ciudad de Cajamarca, 2017. *Tesis para optar el título de ingeniero de minas*. Cajamarca, Perú: Universidad Alas Peruanas. Obtenido de <http://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/uap/5006>.

- López, C. (2013). Diseño de un Método de Explotación para la Mina Colombia, CVG Minerven, El Callao, Estado Bolívar. *Trabajo Especial de Grado optar al título de Ingeniero de Minas*. Caracas, Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Obtenido de <http://saber.ucv.ve/bitstream>.
- Luque, J. (2017). Estudio de Factibilidad en un Proyecto de Explotación de Rocas y Minerales Industriales en una Mina de Perlita. *Tesis para optar el título de ingeniero de minas*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream>.
- Piérola, D. (2017). Optimización del Plan de Minado de Cantera de Caliza La Unión Distrito de Baños del Inca – Cajamarca. *Tesis para optar el título de ingeniero de minas*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5634/Pi%C3%A9rola_Vera_Demetrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe Aguilar, A. (2013). Plan de Minado Subterráneo aplicado en la Corporación Minera Ananea S.A. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1089/1/chavez_va.pdf
- Sabino, C. (1996). El proceso de investigación. Buenos Aires, Argentina: Lumen – Humanitas. Obtenido de <https://metodoinvestigacion.files.wordpress.com>.
- Santos, A. (2012). Residuo de Mármol como Insumo en la Construcción Civil - Diagnóstico de la Comarca Lagunera. *Tesis profesional*, 15-30. México. Recuperado de <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci>.
- Toledo, H. (2015). Desarrollo del Proceso de Planeación, Ejecución y Control dentro del Área de Planeación Minera la Ciénega de Fresnillo PLC. *Tesis para obtener el título de ingeniero de minas y metalurgista*. México D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080>.

- Trigueros, E. (2013). Parámetros de Viabilidad para la Explotación de Mármol y Calizas Marmóreas Mediante Métodos de Explotación Subterráneos. *Tesis profesional*, 62-85. España. Recuperado de <http://www.tdx.cat/handle/10803>.
- Vega, A. (2013). Cálculo de Reservas de la Veta "Paraíso" Mina Paraíso – Distrito Ponce Enríquez. *Tesis profesional*, 25-30. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/calculo-reservas-veta-paraiso.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: “CUBICACIÓN DE RESERVAS Y ELABORACIÓN DEL PLAN DE MINADO ANUAL DE LA CANTERA DE ARENISCAS CHAMISA, LLACANORA, CAJAMARCA, 2018”

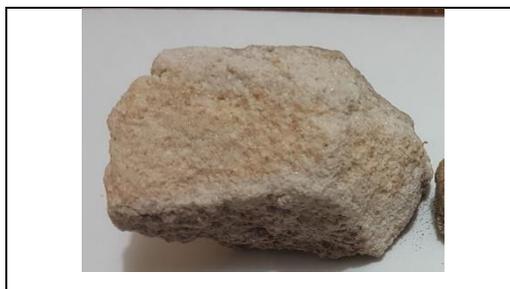
Tesista: Bernal Castillo, Renulfo.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO DE LA INVESTIGACION	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES E INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>Problema principal: ¿Cuál es la cubicación de reservas para la elaboración del plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa, Llacanora, Cajamarca, 2018?</p>	<p>Objetivo General: Realizar la Cubicación de Reservas para la elaboración del plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa, Llacanora, Cajamarca, 2018.</p>	<p>Hipótesis general: Con la realización de la cubicación de reservas, se podrá elaborar el plan de minado anual de la cantera de areniscas Chamisa, Llacanora, Cajamarca, 2018.</p>			<p>Tipo de investigación La investigación desarrollada es cuantitativa, ya que las reservas se van a cuantificar mediante la determinación de volumen para explotar en la cantera Chamisa.</p> <p>Nivel de investigación El nivel de la investigación es descriptivo ya que se relaciona la cubicación de reservas con la elaboración del plan de minado en la cantera Chamisa de propiedad de la empresa A&J Contratistas S.R.L.</p> <p>Diseño de investigación El tipo de investigación fue experimental ya que tratar de explicar cómo beneficia cubicar las reservas en la elaboración del plan de minado.</p> <p>Población Concesión minera de areniscas Chamisa, ubicada en el distrito de Llacanora, en la provincia de Cajamarca.</p> <p>Muestra Se analizarán 5 estaciones de estudio de la cantera Chamisa, para determinar las reservas mineras.</p>
<p>Problemas secundarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuál es el volumen de material a extraer en la cantera Chamisa, que se explotarán según la elaboración del plan de minado anual? - ¿Cuáles son las características de las areniscas a extraer en la cantera Chamisa para cubicar las reservas de interés? - ¿Cuál es la vida útil de las reservas de la cantera Chamisa para la elaboración del plan de minado anual? - ¿Cuál es el diseño del tajo adecuado para la elaboración del plan de minado? 	<p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calcular el volumen de material a extraer en la cantera Chamisa, que se explotarán según la elaboración del plan de minado anual. - Definir las características de las areniscas que se van a extraer en la cantera Chamisa para cubicar las reservas de interés. - Determinar la vida útil de las reservas de la cantera Chamisa para la elaboración del plan de minado anual. - Determinar el diseño del tajo adecuado para la elaboración del plan de minado. 	<p>Hipótesis secundarias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calculando el volumen de material a extraer en la cantera Chamisa, se cubicará las reservas y se explotarán según la elaboración del plan de minado anual. - Si se definen las características de las areniscas a extraer en la cantera Chamisa se lograrán cubicar las reservas de interés y se elaborará el plan de minado. - Si se determina la vida útil de la cantera Chamisa, toando como base las reservas calculadas se elaborará el plan de minado anual. - Si se determina el diseño del tajo se elaborará el plan de minado anual adecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Variable Independiente: Cubicación de reservas. - Variable Dependiente: Plan de minado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fichas de descripción macroscópica de la roca. - Modelo de libreta de campo. - Modelo de hoja de cálculo. 	

Anexo 2: Instrumento de la Investigación: Ficha de descripción Macroscópica de Rocas

TESISTA: RENULFO BERNAL CASTILLO
MUESTRA N°1

Fecha: 12/05/2018



I. ASPECTOS GENERALES:

1. COLOR:
 - 1.1 SUPERFICIE INTERPERIZADA: ROJIZO
 - 1.2 SUPERFICIE FRESCA: BLANQUECINO
3. DUREZA: 6-7
4. ESTRUCTURA: GRANULAR

II. TEXTURA:

1. GRADO DE CRISTALIZACIÓN: NO
2. TAMAÑO DE LOS CRISTALES: NO
3. FORMA DE LOS CRISTALES: NO
4. RELACIONES MUTUAS DE LOS CRISTALES: NO

III. CLASIFICACION:

1. SILICE: 95%.
2. ALUMINIO: NO
3. HIERRO - MANGANESO: 5%
4. MODO DE OCURRENCIA GEOLÓGICA: SEDIMENTARIA

IV. COMPOSICIÓN MINERALÓGICA:

1. MINERALES PRIMARIOS:
 - 1.1 MINERALES ESCENCIALES:
CUARZO
 - 1.2 MINERALES ACCESORIOS:
LIMONITA
JAROSITA
HEMATITA
PIROLUSITA
2. MINERALES SECUNDARIOS: TURGITA

V. NOMBRE DE LA ROCA: ARENISCA CUARZOSA

Anexo 3: Fotografías

Figura 23: Cantera Chamisa.



Figura 24: Extracción de areniscas en la cantera Chamisa.



Figura 25: Areniscas de la Fm. Farrat en la cantera Chamisa.

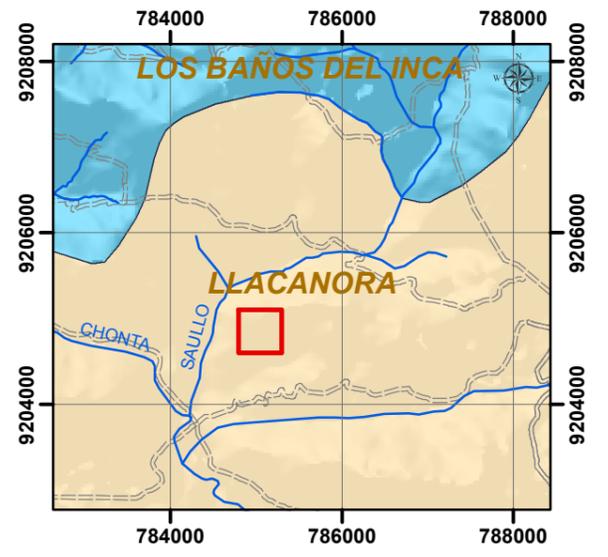
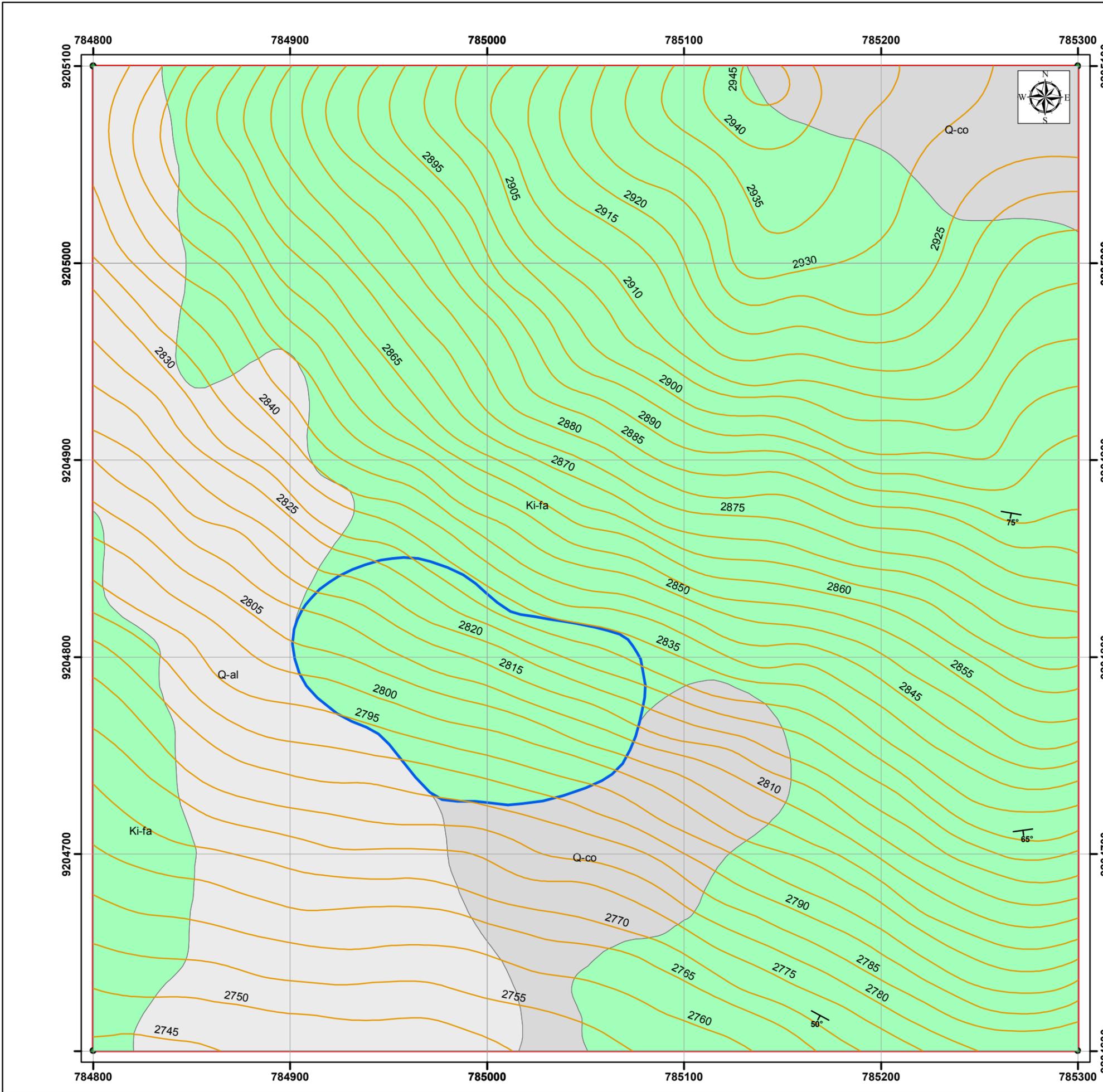


Figura 26: Proceso de selección de areniscas.



Anexo 4: Planos y perfiles

1. Plano de ubicación.
2. Plano geológico.
3. Plano de diseño del tajo.
4. Plano de cubicación.
5. Perfiles.



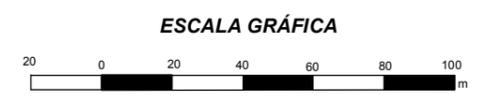
ÁREA DE CONCESIÓN			ÁREA DE EXPLOTACIÓN		
PUNTO	VERTICES		PUNTOS EXTREMOS	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	785300	9205100	1	784905	9204822
2	784800	9205100	2	784987	9204841
3	784800	9204600	3	784977	9204727
4	785300	9204600	4	785073	9204753

LEYENDA

	Q-al
	Q-al
	Ki-f

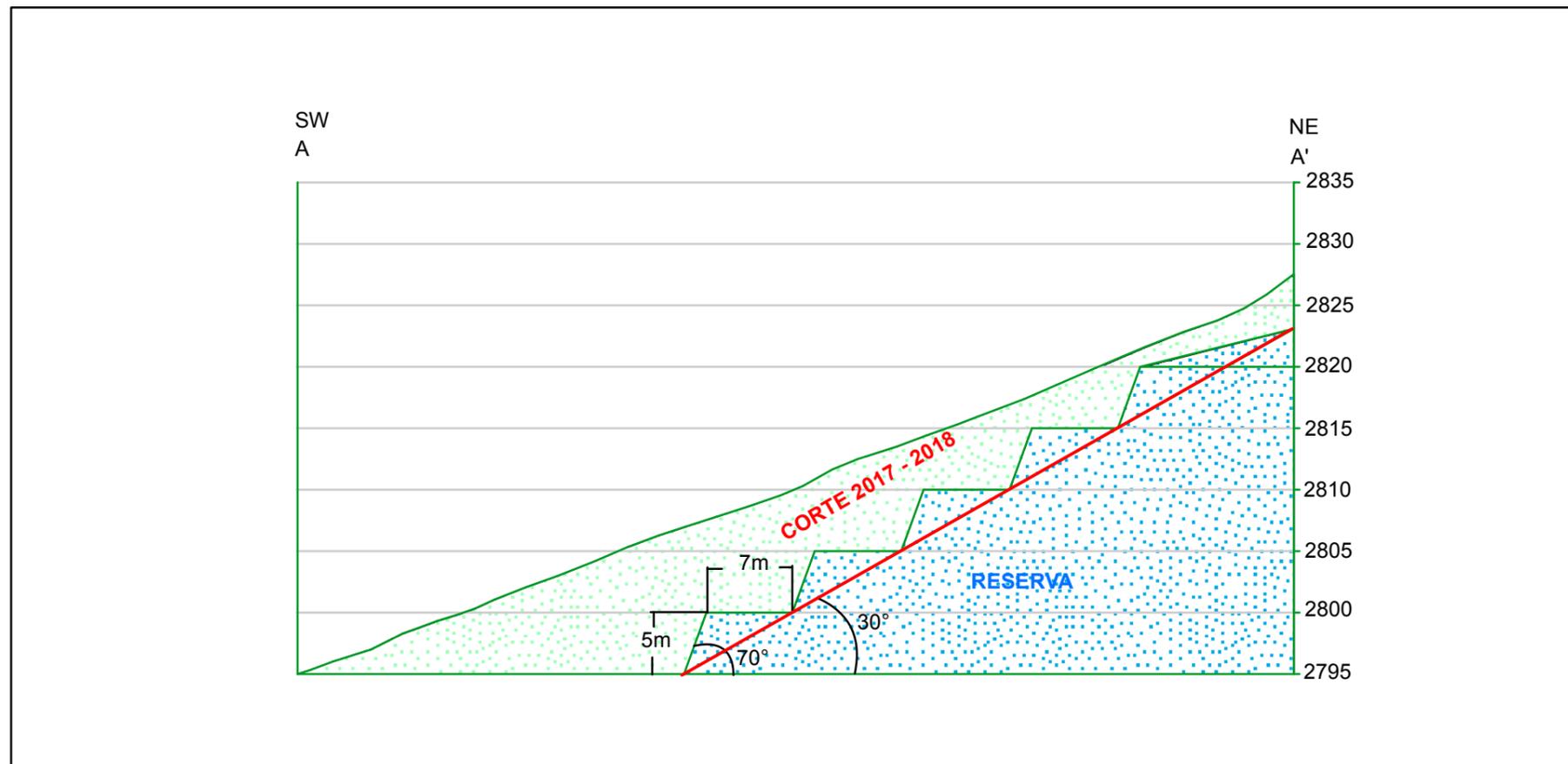
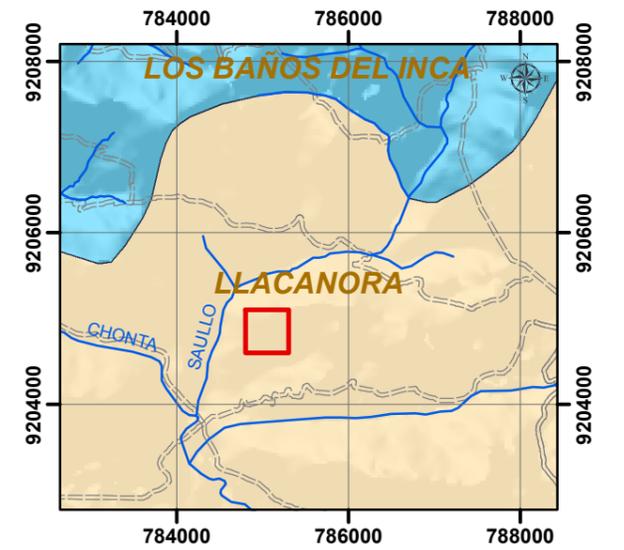
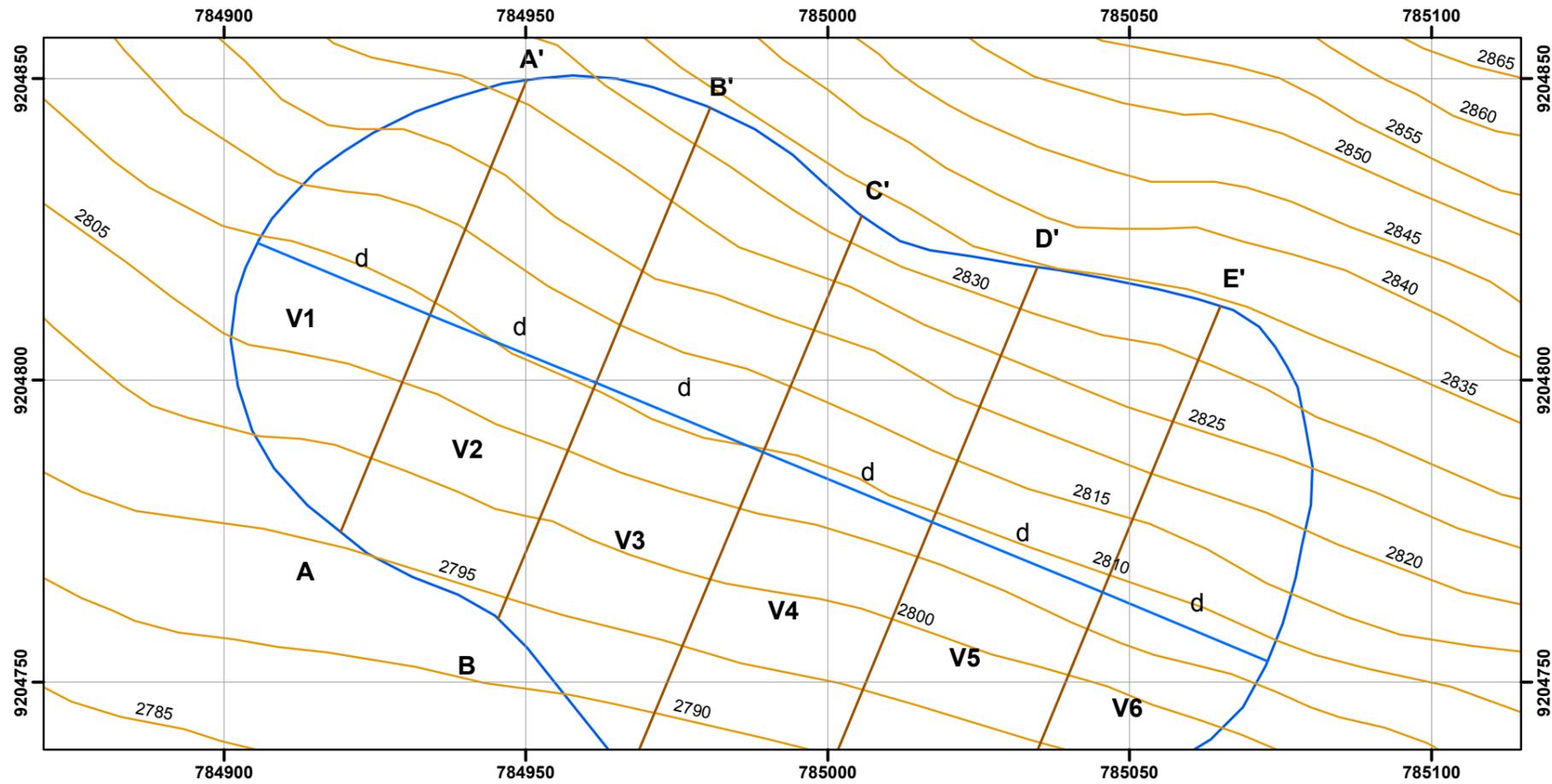
SIMBOLOGÍA

	ÁREA DE CONCESIÓN
	ÁREA DE EXPLOTACIÓN
	BUZAMIENTO



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984

PLANO DE GEOLÓGICO		
Elaborado Por: Bernal Castillo Renufco	Proyección y Datum: Sistema de coordenadas proyectadas: UTM Datum Horizontal WGS84	
	Ubicación: Distrito: Llacanora Provincia: Cajamarca Departamento: Cajamarca	
Tesis: "CUBICACIÓN DE RESERVAS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MINADO ANUAL DE LA CANTERA DE ARENSICAS CHAMISA, LLACANORA, CAJAMARCA, 2018"		



PARÁMETROS DE DISEÑO DEL TAJO	
Ángulo Global	30°
Ángulo de los Bancos	70°
Número de Bancos	6
Altura de Bancos	5m
Ancho de Bermas	7m
Altura Final del Tajo	27.5m

ESCALA PLANO

ESCALA: 1/1000

ESCALA PERFIL

ESCALA VERTICAL: 1/500

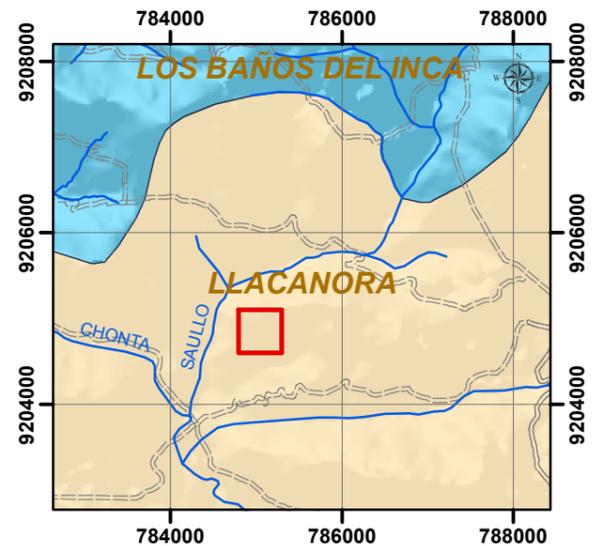
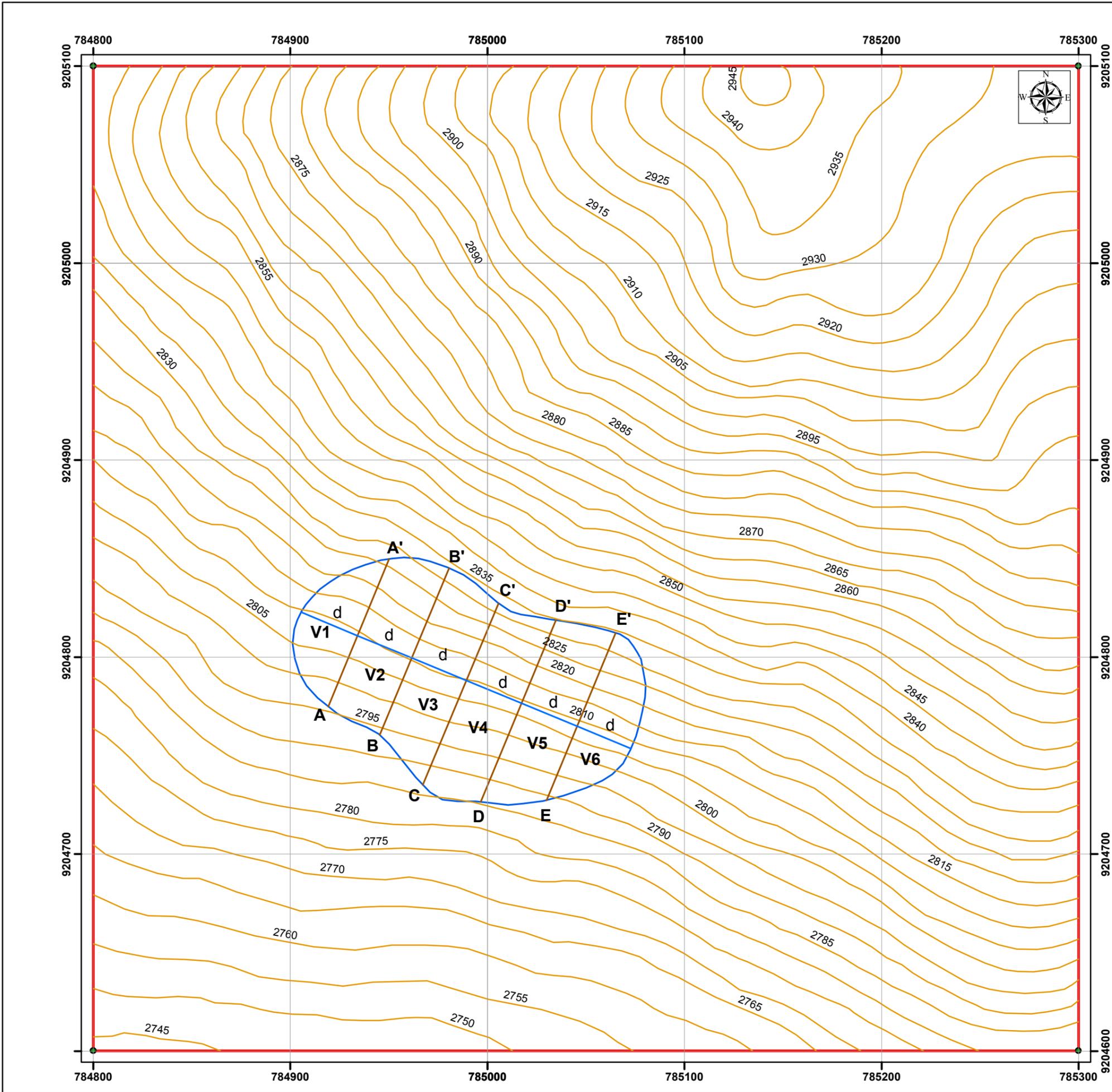
ESCALA HORIZONTAL: 1/500

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S

Projection: Transverse Mercator

Datum: WGS 1984

PLANO DE DISEÑO DE TAJO		
Elaborado Por: Bernal Castillo Renufio	Proyección y Datum: Sistema de coordenadas proyectadas: UTM Datum Horizontal WGS84	
	Escala: 1/500	
Ubicación: Distrito: Llacanora Provincia: Cajamarca Departamento: Cajamarca	Tesis: "CUBICACIÓN DE RESERVAS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MINADO ANUAL DE LA CANTERA DE ARENISCAS CHAMISA, LLACANORA, CAJAMARCA, 2018"	

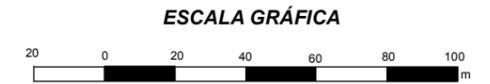


RESULTADOS	
d (m)	30m
V1 (m^3)	72240
V2 (m^3)	74640
V3 (m^3)	78802.5
V4 (m^3)	88620
V5 (m^3)	87712.5
V6 (m^3)	78750
Vtotal (m^3)	480765
Vtopsoil (m^3)	675.45
Reserva explotable (m^3)	480090.55

ÁREA DE CONCESIÓN			ÁREA DE EXPLOTACIÓN		
PUNTO	VERTICES		PUNTOS EXTREMOS	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	785300	9205100	1	784905	9204822
2	784800	9205100	2	784987	9204841
3	784800	9204600	3	784977	9204727
4	785300	9204600	4	785073	9204753

SIMBOLOGÍA

- LIMITE DE ESTUDIO
- ÁREA DE EXPLOTACIÓN
- ~ CURVA DE NIVEL
- SECCIÓN - PERFIL



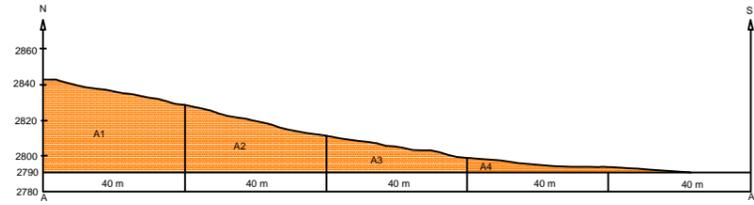
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Projection: Transverse Mercator

PLANO DE CUBICACIÓN

Elaborado Por: Bernal Castillo Renufio	Proyección y Datum: Sistema de coordenadas proyectadas: UTM Datum Horizontal WGS84	
Ubicación: Distrito: Llacanora Provincia: Cajamarca Departamento: Cajamarca	Escala: 1/2000	
Tesis: "CUBICACIÓN DE RESERVAS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MINADO ANUAL DE LA CANTERA DE ARENSICAS CHAMISA, LLACANORA, CAJAMARCA, 2018"		

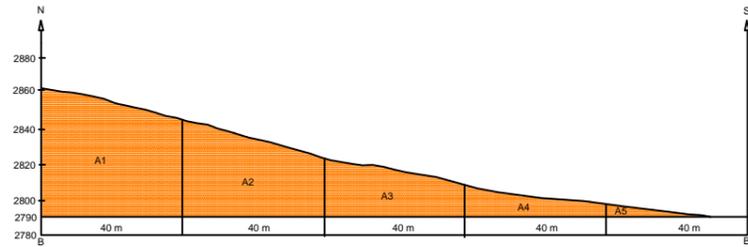
PERFILES DEL ÁREA DE CUBICACIÓN

PERFIL A - A'



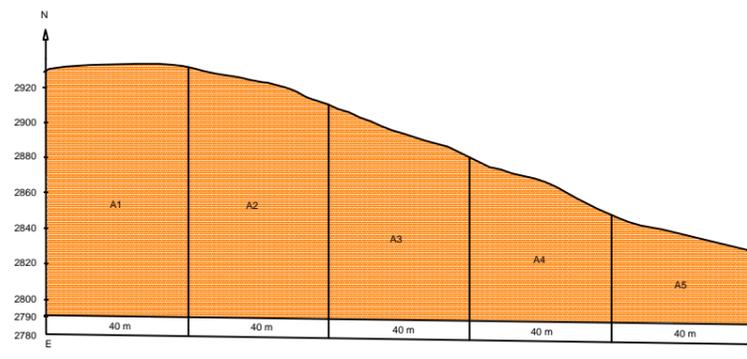
Área Total 01 = 3880 m²

PERFIL B - B'



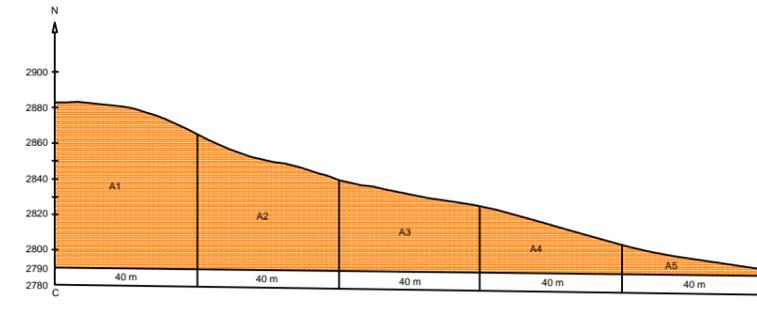
Área Total 01 = 5920 m²

PERFIL E - E'



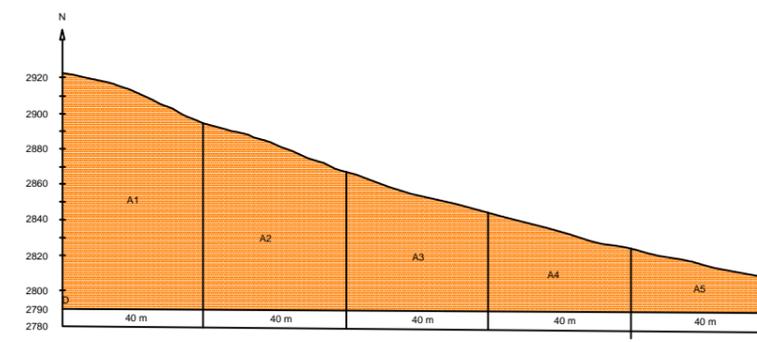
Área Total 01 = 20140 m²

PERFIL C - C'



Área Total 01 = 9100 m²

PERFIL D - D'



Área Total 01 = 13960 m²