



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MINAS

**Estabilidad Física para la Explotación de Agregados en la
Empresa Minera no Metálica El Milagro - Cajamarca 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero de Minas

AUTORES:

Díaz Salazar, Mary Kinverly (ORCID: 0000-0003-1501-8564)

Zelada Alaya, Aerly (ORCID: 0000-0001-5464-9911)

ASESORES:

Mg. Ing. Flores Arrasco, Janina (ORCID: 0000-0002-3017-4779)

Dr. Martell Espinoza, Beder Erasmo (ORCID: 0000-0002-4169-9212)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Análisis De Estabilidad De Taludes

Chiclayo – Perú

2021

Dedicatoria

Durante nuestra juventud, probablemente estábamos ansiosos por crecer para poder experimentar cambios, aún ahora puede que estemos apurados en la vida al esperar algún acontecimiento que la haga cambiar, el cambio lo estamos experimentando, pero la esperanza de lo que todavía nos falta por experimentar, endulza el presente, pero no queremos perderla maravilla de cada momento al proyectar nuestra felicidad y éxito hacia el futuro. Los cambios presentes son semillas sembradas en el pasado, hoy no sembramos una semilla, sino un árbol, Dios lo cuidará para que ofrezca belleza y sombra a las generaciones futuras. Gracias a todos.

Agradecimiento

En la vida hay muchos obstáculos, pero Dios y nuestras familias son la fuerza que hemos necesitado para poder superarlo, tanto como Dios también es importante agradecer a nuestros padres y amigos por el apoyo incondicional brindado a cada uno de nosotros para culminar satisfactoriamente nuestro de tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables y Operacionalización.....	9
3.3. Población, Muestra y Muestreo.	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	10
3.5. Procedimiento.....	10
3.6. Método de análisis de datos	11
3.7. Aspectos éticos.....	11
IV. RESULTADOS	13
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Ubicación de la Canteras</i>	13
Tabla 2: <i>Coordenadas UTM</i>	13
Tabla 3: <i>Ruta de acceso a la cantera El Milagro</i>	16
Tabla 4: <i>Cuadro de Precipitación y Temperatura de la estación San Juan, Cerca de la cantera El Milagro</i>	18
Tabla 5: <i>Precio de los agregados</i>	50

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Ubicación Regional del departamento donde se ubica la cantera.....	14
<i>Figura 2:</i> Ubicación Regional del departamento donde se ubica la cantera.	15
<i>Figura 3:</i> Ruta de acceso a la cantera El Milagro.....	16
<i>Figura 4:</i> Cuadro de precipitaciones y temperatura cerca de la cantera El Milagro.	17
<i>Figura 5:</i> Estudios de mercado.....	20
<i>Figura 6:</i> Geología de la cantera El Milagro	22
<i>Figura 7:</i> Mapa estratigráfico de Cajamarca.....	23
<i>Figura 8:</i> Cuadro estratigráfico de la Región Cajamarca.....	24
<i>Figura 9:</i> Cuadro de la columna estratigráfica de las formaciones de la zona de estudio.....	24
<i>Figura 10:</i> Parámetros que definen la geometría del talud.....	26
<i>Figura 11:</i> Tipos de fallas traslacionales.	27
<i>Figura 12:</i> Método de rebanadas	29
<i>Figura 13:</i> Método de equilibrio limite. Fuente: Catanzariti, (2016).	30
<i>Figura 14:</i> Ilustración de materiales permeables y de baja permeabilidad.	31
<i>Figura 15:</i> Agregados Ígneos.	32
<i>Figura 16:</i> Agregados sedimentarios.....	33
<i>Figura 17:</i> Agregados Metamórficos.	33
<i>Figura 18:</i> Agregados Naturales.....	35
<i>Figura 19:</i> Agregados Manufacturados.	35
<i>Figura 20:</i> Agregados por su textura.	37
<i>Figura 21:</i> Valores de las principales propiedades de las rocas.....	37
<i>Figura 22:</i> Clasificación por su densidad.....	38
<i>Figura 23:</i> Densidades de material – Cantera El Milagro.	39
<i>Figura 24:</i> Abrasión de los materiales recolectados y analizados de la Cantera – Cantera El Milagro.....	39
<i>Figura 25:</i> Chatas y alargadas de los materiales recolectados y analizados – Cantera El Milagro.....	39
<i>Figura 26:</i> Equivalentes de arena del material de la Cantera El Milagro.	40

<i>Figura 27:</i> Ensayos respecto al intemperismo y las pérdidas de sulfatos en magnesio y sodio de los materiales de la Cantera El Milagro.	40
<i>Figura 28:</i> Índice de resistencia a la carga puntual de muestra.	40
<i>Figura 29:</i> Clasificación del macizo rocoso.	41
<i>Figura 30:</i> Clasificación según las condiciones de las discontinuidades.	42
<i>Figura 31:</i> Corrección por la orientación del rumbo y buzamiento.	42
<i>Figura 32:</i> Clasificación según la clase y calidad.	42
<i>Figura 33:</i> Índice de la calidad de RQD (%).	43
<i>Figura 34:</i> Cálculo de producción proyectada.	43
<i>Figura 35:</i> Vida útil de la cantera.	43
<i>Figura 36:</i> Personal chancador.	44
<i>Figura 37:</i> Costo derecho de vigencia.	44
<i>Figura 38:</i> Costo de herramientas de y EPP.	45
<i>Figura 39:</i> Costo por energía eléctrica.	45
<i>Figura 40:</i> Costo por petróleo.	46
<i>Figura 41:</i> Costo por mantenimiento.	46
<i>Figura 42:</i> Resumen de costos variables y costos fijos de chancadora 17405 ...	46
<i>Figura 43:</i> Costos de producción en las chancadoras.	47
<i>Figura 44:</i> Costo 1 m3 de agregado en la Chancadora 17405.	47
<i>Figura 45:</i> Costo 1 m3 de agregado en la Chancadora 17421.	48
<i>Figura 46:</i> Precios de venta de los agregados.	48
<i>Figura 47:</i> Flujo de caja de la cantera.	49
<i>Figura 48:</i> Flujo de caja y flujo de caja neto.	49
<i>Figura 49:</i> Partes de una sección de un talud.	51
<i>Figura 50:</i> Determinación del número bancos.	52
<i>Figura 51:</i> Determinación de la altura de banco.	52
<i>Figura 52:</i> Sección transversal con ángulo de banco.	53
<i>Figura 53:</i> Sección transversal con ángulo interrampa.	54
<i>Figura 54:</i> Parámetros de explotación.	55
<i>Figura 55:</i> Extracción de Agregados in-situ.	55

RESUMEN

La presente investigación surgió de la problemática que se viene dando hace varios años como la inestabilidad física, teniendo como consecuencia pérdidas económicas significativas, es por eso que tenemos la necesidad de realizar esta investigación teniendo como objetivo plantear la estabilidad física para la explotación de agregados en la empresa minera no metálica el Milagro, que se encuentra en el Caserío Abra el Gavilán, Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca. Para llevarla a cabo se utilizó una investigación tipo descriptiva con el fin de plantear el método más efectivo de estabilidad, también se utilizó la técnica de recolección de datos, análisis documental y la recopilación de información, para detectar lugares inestables y plantear la estabilidad física. De los resultados obtenidos se puede precisar que presentan formaciones geológicas con secuencias estratigráficas de areniscas, cuarcitas, con variaciones de calizas arenosas y margas gris oscuras, de las cuales todas se encuentran en forma de estratos intercalados, yendo desde estratos muy delgados hasta estratos muy con mucha potencia, de la que se obtendrá los diferentes tipos de agregados con el método de explotación a cielo abierto a través de bancos de forma descendente.

Palabras Clave: Explotación de agregados, estabilidad de taludes, método de explotación.

ABSTRACT

The present investigation arose from the problem that has been occurring for several years such as physical instability, resulting in significant economic losses, that is why we have the need to carry out this investigation with the objective of proposing physical stability for the exploitation of aggregates in the El Milagro non-metallic mining company, located in the Abra el Gavilán Village, District, Province and Department of Cajamarca. To carry it out, a descriptive type investigation was used in order to propose the most effective method of stability, the technique of data collection, documentary analysis and information gathering was also used to detect unstable places and raise physical stability. From the results obtained, it can be specified that they present geological formations with stratigraphic sequences of sandstones, quartzites, with variations of sandy limestones and dark gray marls, all of which are in the form of interspersed strata, ranging from very thin strata to very concise strata. a lot of power, from which the different types of aggregates will be obtained with the open pit mining method through benches in a descending way.

Keywords: Exploitation of aggregates, slope stability, method of exploitation.

I. INTRODUCCIÓN

La estabilidad física es la seguridad de un talud de masa que puede ser desmonte, tierra o mineral que resiste al movimiento o a las fallas, sobre todo, la definición de seguridad frente a rotura”. Durante mucho tiempo en el desarrollo de proyectos mineros se presentan eventos con resultados fatales en todo el mundo a causa de la mala estabilidad física en los taludes generando eventos negativos con daños a las personas, medio ambiente y económicamente a las empresas.

Durante los últimos años donde la tecnología es un factor muy importante en el avance, producción y seguridad en la vida cotidiana de los seres humanos, aún se sigue teniendo pérdidas de diferentes tipos, debido a la falta de atención adecuada a cada labor y en la explotación de canteras las perdidas no es la excepción con problemas como la inestabilidad de depósitos de material, inestabilidad de bancos, etc. tal es el caso en Santander de Quilichao en el Cauca – Colombia donde un depósito de piedra y lodo con aproximado de 3000 toneladas se derrumbó sobre un grupo de trabajadores dejando al menos veinte heridos y tres muertos. (BBC Mundo, 2014). De igual manera sucedió en la empresa minera Cruces en Gerena en el estado de Sevilla, un derrumbe de 115 metros de altura sepulto una cantidad considerable de maquinaria pesada, a causa de la inestabilidad de taludes en las labores mineras. (ABCdesevilla, 2019).

En nuestro país no ha sido diferente también ha sido afectado por eventos similares desde mucho tiempo atrás hasta la actualidad, podemos precisar que este evento muchas veces se basa en la falta de estudios, análisis y parámetros en la conformación de taludes, para entender la problemática en nuestro país podemos recordar el accidente sucedido en el Departamento de Cajamarca, Provincia de Hualgayoc como es el caso de la minera Coimolache, pasaba el mes de septiembre del 2016 cuando un depósito de material estéril colapso llevando consigo una vida humana y desapareciendo a varias excavadoras bajo miles de toneladas de material, (Chancafe, 2016).

Las canteras es una de las fuentes más importantes en el abastecimiento de diversos elementos ya sea metálicos o no metálicos teniendo mayor incidencia en la producción de elementos no metálicos abasteciendo principalmente a las construcciones civiles, presas, estructuras y vías, etc. Por ser la materia prima fundamental para la ejecución de estas obras hoy en día tienen una gran importancia en su impacto económico y muy significativo en cualquier proyecto. Entonces llegamos a la conclusión de la importancia de un buen diseño de explotación para evitar pérdidas con diseños no funcionales de estabilidad de taludes que solo nos llevan a generar grandes pérdidas de vidas humanas y económicamente a la empresa.

En el ámbito Cajamarquino y en las diferentes canteras que se ejecutan en esta zona se realiza generalmente de forma semi-mecanizada, también se realiza esta actividad de forma manual donde la producción es considerablemente baja, de los diferentes métodos de explotación de canteras la que más se utiliza es a cielo abierto de acuerdo a los estudios geológicos realizados se podrá optar por un diseño de explotación superficial que garantice la seguridad y estabilidad durante el proceso diario y continuo de la minera, a través de los estudios se tiene que determinar los factores de seguridad a nivel de todo el proyecto y en cada labor a realizar de esa manera se garantizara la producción, seguridad a las vidas humanas y seguridad al medio ambiente desde el inicio de las labores hasta el cierre del proyecto.

Por ello en esta investigación se planteó la estabilidad física para la explotación de agregados de la La cantera El Milagro - El Gavilán, se encuentra ubicada en un sistema de pliegues (sinclinal - anticlinal) con dirección de SE - NW y estructuralmente con fallas de dirección NE-SW hasta E-W, dicha explotación se realizará a cielo abierto ya que el material se encuentra en la superficie y se profundiza, partiendo con una investigación de tipo cuantitativa al nivel exploratorio para examinar el problema de las causas y consecuencias con un método deductivo utilizando el razonamiento para explicar el método más adecuado que ofrezca estabilidad y resistencia a los factores negativos que se presenten donde la pregunta central del presente trabajo de investigación es ¿Cuáles son las

características geotécnicas para la estabilidad física con el fin de explotar agregados en la empresa minera no metálica El Milagro – Cajamarca 2021?.

En la presente investigación se quiere evaluar la estabilidad física para la explotación de agregados en la minera no metálica el Milagro, para realizar esta la investigación se tiene que hacer el estudio de estabilidad física con el fin que el proyecto sea seguro y rentable; para ello es necesario identificar el tipo de yacimiento, sus formaciones y origen así como profundizar en las propiedades físicas de los materiales ,las características del macizo rocoso y formación geológica y poder plantear el tipo de explotación que se adecua al presente proyecto. Para hacer esta investigación se buscará toda información de diferentes autores y proyectos altamente factibles que sirvan como ejemplo en la producción de calidad y cantidad de agregados.

Se realizó esta investigación para plantear un nuevo método que garantice calidad, seguridad y rentabilidad en la explotación de agregados con tecnologías modernas competitivos con el mundo moderno. La investigación beneficiara a los dueños de la concesión minera no metálica el Milagro, trabajadores de la empresa y a los dueños propietarios de la zona de influencia, porque las operaciones serían más seguras y se tendrá una estabilidad de bancos con las características adecuadas para la explotación sin accidentes y/o perdidas a la propiedad. También tenemos que tener en cuenta cuanta rentabilidad nos traerá luego de realizar una buena estabilidad en el aspecto económico realizando un buen estudio de mercado que nos dé el balance correcto de la ganancia que se tendrá al extraer el material.

Para la presente investigación se tuvo como objetivo principal plantear la estabilidad física para la explotación de agregados en la empresa minera no metálica el Milagro, y como objetivos específicos planteamos analizar los parámetros geotécnicos para mantener la estabilidad física en la explotación de agregados, zonificar las zonas de riesgos dentro del área de explotación de agregados, Plantear un método de explotación que garantice la estabilidad física en la explotación de agregados en la empresa minera no metálica El Milagro - Cajamarca.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro del ámbito Internacional tenemos la investigación de García (2015), realizada en México D.F. y cuyo título es “Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el estado de México” el cual tuvo como objetivo apoyar a la pequeña minería, donde la finalidad de presente estudio es plantear un nuevo diseño de plantilla de barrenación y reinversión para las labores de carguío y acarreo donde podemos observar que con una inversión comparada a de las utilidades actuales se puede alcanzar utilidades realmente asombrosas hasta de un 200% con respecto a las actuales.

Dentro del campo Internacional tenemos la investigación de Cuenca (2015), realizada en Quito - Ecuador cuyo Título es “Diseño de explotación de las calizas existentes en el yacimiento “Isimanchi – Quito”, donde se tomó como objetivo realizar un diseño que cumpla con las características y normas de seguridad para la explotación de rocas calizas en el proyecto minero no metálico “Isimanchi”, donde se obtuvo los siguientes resultados:

- Peso específico: 2.69 g/cm³
- Tracción Inversa: 10.43 g/cm³
- Resistencia a la compresión: 515 kg/cm²

Datos que nos indican que es un yacimiento tipo calcáreo superficial datos muy importantes para llegar a la conclusión que el método de explotación adecuado es a cielo abierto.

En el aspecto internacional tenemos la investigación de Borjay y Fernando (2017), realizada en Ecuador cuyo título es “Diseño técnico de explotación de la cantera el Churo, ubicada en el Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura”, donde se tuvo como objetivo preparar el diseño de explotación de la cantera “El Churo”, obteniendo como resultados cálculos realizados de la extracción del material por bancos y para los taludes con un coeficiente de 210, para garantizar una actividad de explotación segura ante cualquier evento de deslizamiento producidos principalmente por

movimientos tectónicos, también se obtuvo como resultados que las reservas calculadas para la extracción son de 619, 600.00 m³ de las cuales el 58% no es necesario trituración, el 40% se requiere máquinas de trituración.

Dentro del ámbito nacional figura la investigación de Taype (2015) , realizada en Huancayo -Perú Huancayo, cuyo título es “Diseño de explotación de cantera para agregados Distrito de Huayucachi”, el cual tuvo como objetivo hacer un diseño para la extracción de los agregados de la concretera del río Mantaro desde el punto de vista económico y ambiental en el Distrito de Huayucachi, también se consideró analizar la propiedades de los agregados al extraer del río, donde, con los resultados obtenidos se determina que la vida útil de las reservas es de 10 años con un método de extracción a cielo abierto y con un sistema discontinuo que va a permitir y el procedimiento y la extracción correcta según el mercado.

Dentro del campo nacional tenemos la investigación de Aguirre (2017), realizada en Arequipa – Perú, cuyo título es “Análisis de la estabilidad física del depósito de relaves N° 5 de la concesión de beneficio Belén de Minera Titán del Perú S.R.L”. el cual tuvo como objetivo determinar la influencia que tienen sobre la estabilidad física de la presa de relaves N° 5, los cambios realizados en el diseño de ingeniería original y los parámetros de construcción, y para garantizar la estabilidad física del depósito de relaves es importante la estabilidad de la formación de una playa de almacenamiento pegada al talud aguas arriba del dique de contención y para evitar un posible desplazamiento del dique de contención manteniendo el borde libre de un metro como mínimo.

Dentro del ámbito nacional encontramos la investigación de Zegarra (2016), realizada en Lima –Perú y cuyo título es “Análisis de estabilidad de Taludes de Suelos de gran altura en la mina Antapaccay “. Donde tuvo como finalidad hacer los cálculos de factores de seguridad y para calcular los parámetros de diseños de taludes de suelos que tiene una altura de cien metros y para ello van a emplear el análisis de equilibrio límite en condiciones estáticas y pseudoestáticas. Así se logró obtener los parámetros geotécnicos de los materiales presentes en la zona.

En aspecto local hacemos referencia a la investigación de Estela y Ramos (2018), realizada en Cajamarca – Perú y cuyo título es “Propuesta para la estabilidad física aplicado al pasivo ambiental relavera de la Mina Paredones – San Pablo, Cajamarca 2018”, donde los alcances fueron realizar un estudio para proponer una mejor estabilidad física aplicando para el pasivo ambiental relavera donde se determina de acuerdo a las condiciones actuales realizar una cobertura con arcilla y vegetal en la parte superior y la parte inferior realizar unos gaviones al límite de Ríos San Pablo.

En el campo local tenemos la investigación de Vásquez y Ramos (2018), realizada en Cajamarca – Perú y cuyo título es “Calculo de reservas para la explotación de la cantera de arena Cachachi, Provincia de Cajabamba – Cajamarca 2018” donde se consideró como objetivo determinar la influencia del cálculo de reservas en el diseño de explotación de la cantera Cachachi, donde se analizó los resultados obteniendo de las calicatas obteniendo una formación Farrat con presencia de areniscas cuarzosas con una ley mínima de 90% de sílice y que dicho diseño se realizara con una explotación a cielo abierto.

En el ámbito local también tenemos la investigación de Arteaga (2017), realizada en Cajamarca - Perú y cuyo título es “Análisis Geológico – Geotécnico en los taludes de la carretera Choropampa - Magdalena” teniendo como objetivo estudiar la forma en la que se comporta los factores Geotécnicos - Geológicos que están interviniendo la inestabilidad de los taludes de la carretera Choropampa - Magdalena, de los resultados se interpretó que los taludes se clasifican en inestables absolutos, estables relativos, inestables relativos, estables temporales y estables permanentes y generalmente la causa de la inestabilidad de los taludes es por producido por factores desencadenantes de saturación y sismicidad.

En cuanto a las teorías que se van a considerar en el informe de investigación responden a los siguientes aspectos:

Estabilidad física: esta se determina por la relación que tiene a producir la inestabilidad por las diferentes fuerzas que actúan a deformarla contra las fuerzas

resistentes principales características del macizo rocoso y taludes, donde los principales agentes que generan estas fuerzas de resistencia y deformación son:

- Esfuerzos debido al movimiento tectónico: Muñoz (2010) indica son los esfuerzos y la deformación dinámica de las placas tectónicas.
- Gravedad: Según Camino (2005), indica que gravedad se conoce como la fuerza con la que atrae algunos cuerpos la tierra hacia su centro.
- Erosión por presencia de agua, etc.

Las fuerzas que se oponen a la deformación de los taludes se pueden mencionar a las siguientes:

- Fricción del material: Según Ortiz (2018), la fuerza de fricción puede ser tanto estática como cinética y estas se generan debido a las imperfecciones
- Cohesión: Según Montiel (2011), La cohesión es la fuerza de atracción que mantiene unidas a las moléculas de una misma sustancia.

Para garantizar la estabilidad existen métodos utilizados más frecuentemente para determinar la estabilidad de taludes en roca que se busca determinar el equilibrio límite entre las rocas más probables de deslizamiento, también se han desarrollado métodos para puntos de falla que proponen procedimiento de análisis para la estabilidad de todo el bloque que son limitados por placas de discontinuidades geológicas (Manizales, 2017).

- El método de equilibrio limite disminuye el grado de equilibrio de las rocas a un coeficiente de seguridad estable.
- Si el coeficiente de seguridad es menor que 1.0 es inestable y si es mayor o igual que 1.0 se puede decir que es estable. (Manizales, 2017).

Explotación de agregados: En términos generales los agregados no solo se utilizan en el sector de la construcción sino también en otras aplicaciones como la electrónica, vidrio, etc. La extracción de este material se practica en todo el mundo

y representa el recurso más explotado a nivel mundial con aproximadamente el 70-80% de las 500.000 toneladas de material extraído anualmente. Este mineral no metálico se considera muy útil en estos últimos tiempos e inevitablemente está en crecimiento su utilidad, si observamos a nuestro alrededor las calles, casas, veredas, son necesarios miles de toneladas, de la misma manera para la elaboración de vidrio, en la agricultura también se utiliza agregados como correctores de acidez de suelos (Taype, 2016).

Echeverri (2018), Nos indica que El uso de los agregados generalmente está dentro del campo de la construcción donde se utiliza para la construcción de edificaciones y la elaboración de diferentes vías de nuestro país y del mundo.

Uso de Arena: Según Marcial (2018), El más común es para la elaboración de concreto. Pero si es más fina, el uso más adecuado es para hacer acabados en terrajero, mezclas asfálticas y mampostería, los beneficios de la arena con excelentes propiedades son:

- Brinda alta resistencia en los concretos.
- Tiene una excelente duración.
- Brinda mejor retracción del concreto.

Grava: Según Pérez (1996), Esto se usa mayormente para la elaboración de concreto también se usa como filtrante en drenajes y el asfaltado de autopistas. Los beneficios de la grava con buenas propiedades son:

- Una excelente duración.
- Brinda una excelente resistencia al concreto.
- Menor desgaste.

Estas características y propiedades son reflejadas en las propiedades del concreto dando como resultados acabados de calidad, resistencia, duración, propiedades térmicas y elásticas.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación será Básica - Descriptiva, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), señala que, de una investigación de tipo Básica - Descriptiva, establece una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar causas ni consecuencias de éste. (p.152).

En nuestra investigación se buscará determinar las características geomecánicas para plantear una estabilidad física que nos garantice una explotación de agregados sustentable y saludable.

3.2. Variables y Operacionalización.

3.2.1 Variable Independiente

Estabilidad física:

La estabilidad es la seguridad de un talud de masa que puede ser desmonte, tierra o mineral que resiste al movimiento o a las fallas y la preponderancia de las acciones gravitatorias condicionales, sobre todo, la definición de seguridad frente a rotura. Estabilidad es la seguridad estructural que presenta resistencia al derrumbe o deslizamiento ocasionado por movimientos de la tierra o filtraciones de agua, sobrecargas, parámetros geomorfológicos, presencia de grietas de tensión, filtraciones de agua, geometría del talud y todos los agentes externos que pueden influir en el equilibrio de la estructura (Villalobos, 2017).

3.2.2 Variable Dependiente.

Explotación de agregados:

Argos, (2018). Es la explotación de cualquier mineral no metálico que puede ser grava, roca triturada o arena ya sea procesado o en su forma natural. Son minerales comunes, resultados de diferentes fuerzas erosivas expuestas a la intemperie de las cuales estas generalmente están ubicadas en los cerros, ríos y valles.

3.3. Población, Muestra y Muestreo.

Población: La población está conformada por la cantera de producción de agregados de la empresa Minera el Milagro.

- **Criterios de Inclusión:** para el siguiente trabajo tenemos los siguientes criterios:
 - Es una cantera formal.
 - La Cantera cuenta con material de buena calidad y rentabilidad.
 - Que no cuente con un método de explotación que sea rentable.
- **Criterios de Exclusión:** para el siguiente trabajo tenemos los siguientes criterios de exclusión:
 - Que la cantera cuente con método de explotación óptimo que garantice la seguridad y productividad de la misma.

Muestra: Taludes de extracción de la cantera de la empresa minera no metálica El Milagro.

Muestreo: La producción de agregados de la empresa minera no metálica El Milagro.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Rojas - México (2011) Para las técnicas se considera el análisis documental y la recopilación de información de conocimientos previos y antecedentes de observación directa, para detectar lugares inestables y plantear la estabilidad física.

3.5. Procedimiento

- **Pre – Campo:** Buscamos información con respecto a los temas: estabilidad de taludes y explotación de canteras, recolectando información de bibliografías, estudio de tesis y preparamos libreta de campo, EPP, planos, cámara fotográfica, alquiler de GPS navegador.

- **Campo:** Se procedió a recolectar información realizando entrevistas a los trabajadores y encargados del proyecto, Se tomó fotos de los taludes y las condiciones que se encuentran para luego plantear un estudio de estabilidad, así como se tomó puntos GPS de la ubicación.
- **Gabinete:** Teniendo toda la información recolectada se procedió a pasar a una laptop para proceder con el análisis de datos y también con el procedimiento y Con los datos y evidencias obtenidas en campo se procede a plantear un método de estabilidad para la explotación de la cantera.

3.6. Método de análisis de datos

Hurtado (2005), define que el método analítico es la realidad dividida en diferentes variables o factores para ser estudiada y analizada con fórmulas estadísticas para analizar las causas, partes y naturaleza de los efectos y así conocer más el propósito del estudio para poder exponer y comprender su comportamiento y cuantificar su producción.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación tiene por objetivo estudiar uno de los problemas más frecuentes que se da en la explotación de agregados como es la inestabilidad de taludes para lo cual, desarrollamos esta investigación para mejorar dichos sucesos basándonos en investigaciones, libros, tesis de postgrado, artículos científicos, etc. Que garanticen el cumplimiento de los aspectos éticos que necesitamos para cumplir con nuestra investigación, a continuación, se especifica algunos:

Transparencia en los objetivos de la investigación: Para esta investigación se ha tenido en cuenta el planteamiento de los objetivos con la finalidad de desarrollar las variables que están en estudio de tal manera que se pueda plantear un método de explotación por bancos descendentes.

Honestidad: este punto se refiere a la transparencia al momento de realizar esta investigación, de igual manera la difusión de los mismos. Los autores de cada investigación tendrán en cuenta los derechos de originalidad de tal manera que se evite el plagio de las investigaciones.

Responsabilidad: esta investigación se desarrolló con todos los principios necesarios que indica la universidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación

La minera no metálica “El Milagro” se encuentra ubicado en el Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Departamento Cajamarca, a 9.5 Km del Cajamarca en dirección Sur-Este, las coordenadas de ubicación son las siguientes:

Tabla 1: *Ubicación de la Cantera.*

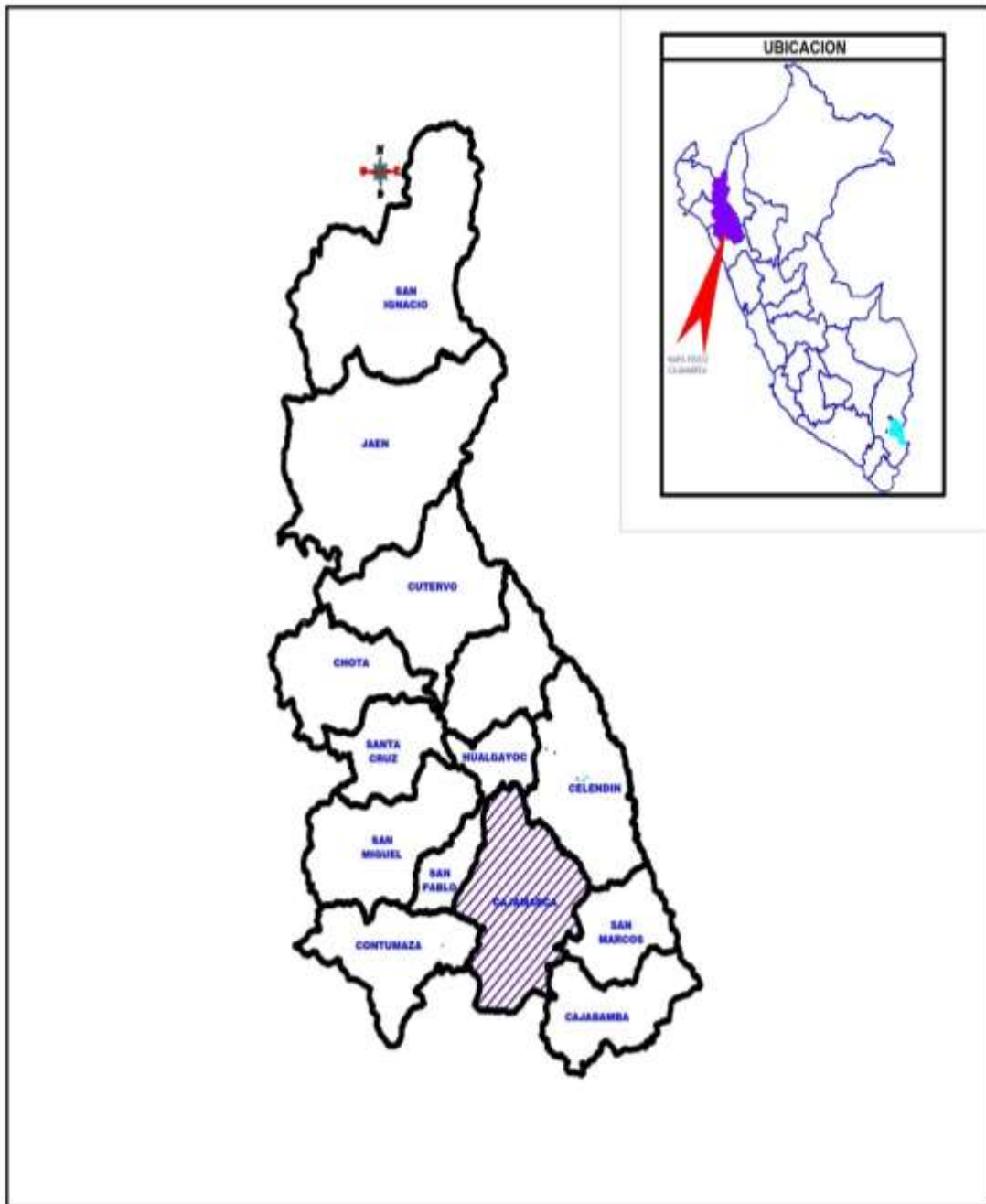
Departamento	Provincia	Distrito	Caserío
Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Abra el Gavilán

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: *Coordenadas UTM*

Coordenadas UTM		
Este	Norte	Altitud (m.s.n.m)
774943.00	9203587.00	2910.00

Fuente: Elaboración propia.



UBICACION REGIONAL

ESC: 1/2000000

Figura 1: Ubicación Regional del departamento donde se ubica la cantera
Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca (2018).



UBICACION DISTRICTAL
ESC: 1/250000

Figura 2: Ubicación Regional del departamento donde se ubica la cantera.
 Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca (2018).

4.2. Accesos

Para acceder al lugar del proyecto se parte desde la ciudad de Cajamarca, tomando la carretera asfaltada PE 08 en dirección Sur – Este, todo el recorrido hasta llegar al proyecto es una longitud de 9.5 Km con un tiempo estimado de 20 minutos en vehículo.

Tabla 3: Ruta de acceso a la cantera El Milagro.

ACCESO			
TRAMO	TIPO DE CARRETERA	DISTANCIA	TIEMPO
Cajamarca - Abra el Gavilán	Asfaltada	6 km	15 minutos
Chiclayo - Abra el Gavilán	Asfaltada	250 km	5 horas

Fuente: Elaboración propia.

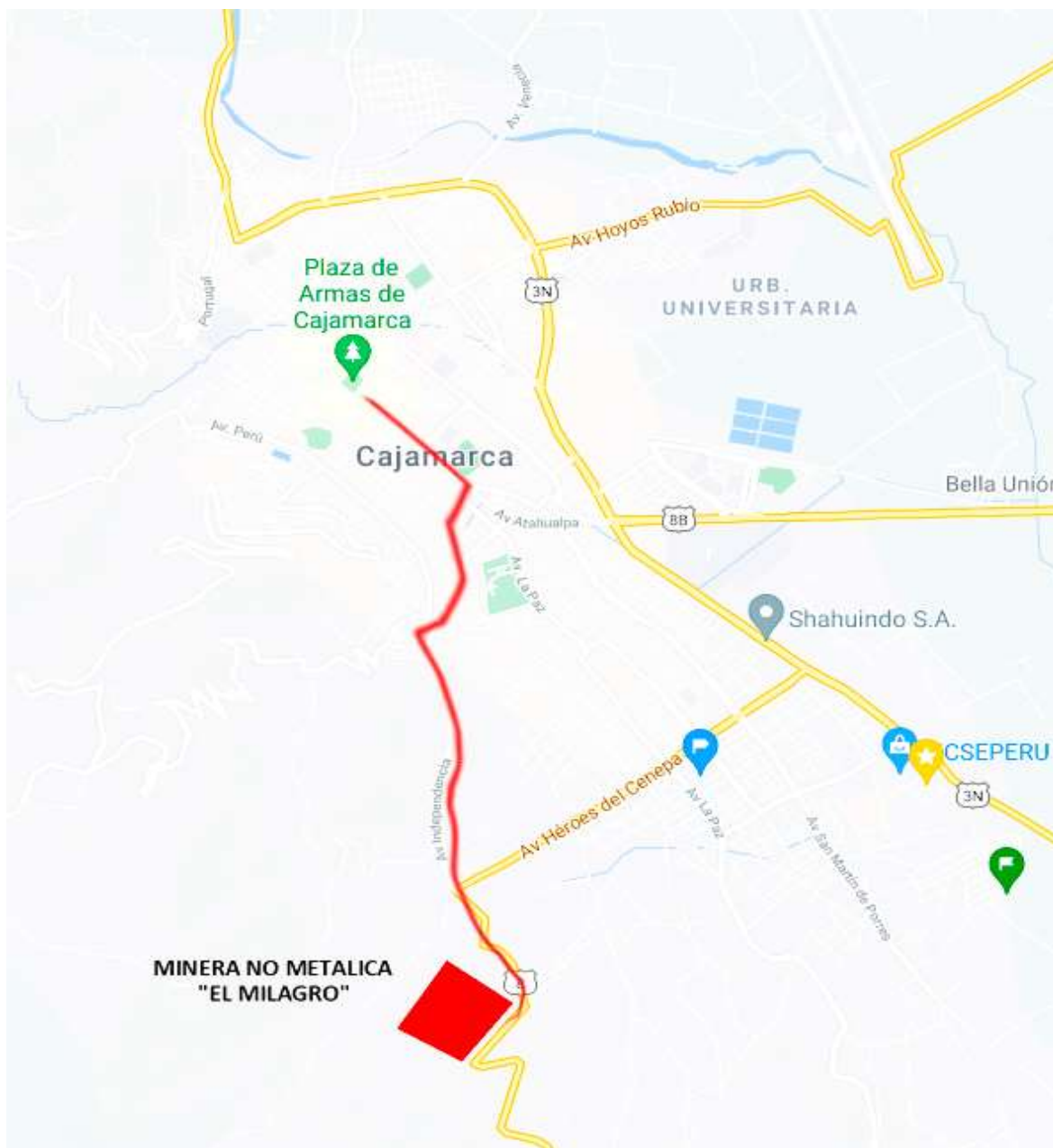


Figura 3: Ruta de acceso a la cantera El Milagro.
Fuente: Google Maps.

4.3. Aspectos Climatológicos

a) Clima:

La localidad de Abra el Gavilán posee un clima variado de acuerdo a cada estación del año variando desde los 2°C como temperatura mínima hasta los 22°C. Como temperatura máxima.

b) Precipitaciones:

Las lluvias en la zona tienen una magnitud considerable, generalmente en los meses de noviembre a mayo. Llegando a registrar una precipitación anual de 682 a 792 mm

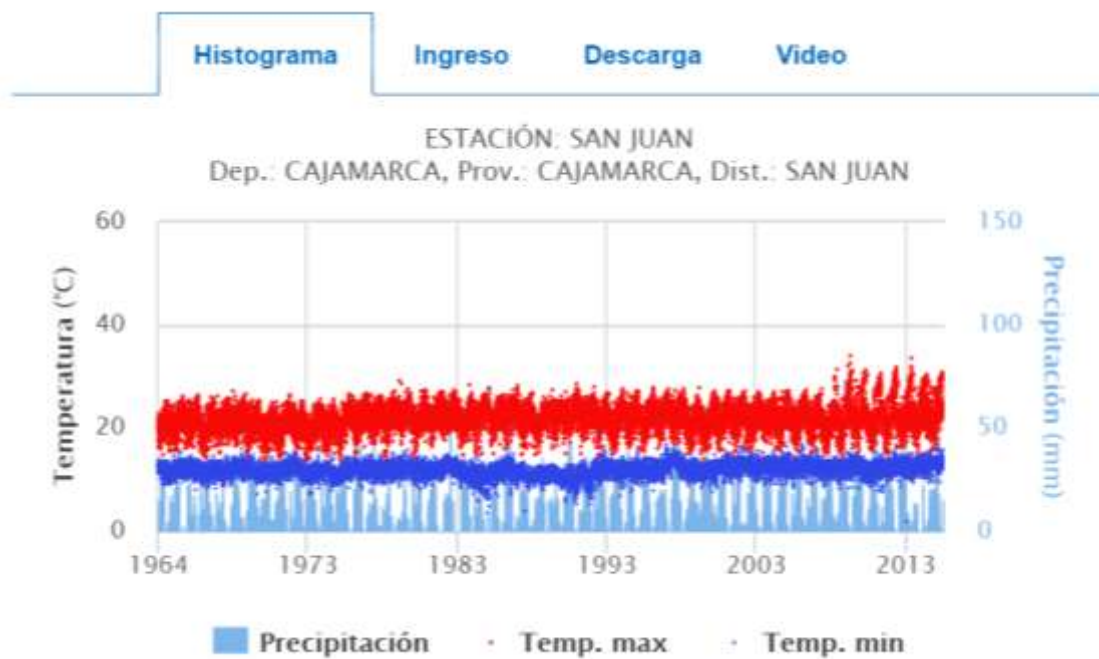


Figura 4: Cuadro de precipitaciones y temperatura cerca de la cantera El Milagro.

Fuente: Senamhi – Estación San Juan - Cajamarca.

Tabla 4: Cuadro de Precipitación y Temperatura de la estación San Juan, Cerca de la cantera El Milagro.

PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA ESTACIÓN SAN JUAN				
AÑO	MES	Precipitación acumulada	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2015	10	0.355	24.961	13.394
2015	9	0.540	27.300	13.427
2015	8	0.052	26.794	13.103
2015	7	0.016	24.871	12.755
2015	6	0.030	25.120	13.387
2015	5	2.110	22.990	13.219
2015	4	3.107	21.320	13.167
2015	3	12.939	20.252	13.245
2015	2	3.579	20.886	12.843
2015	1	5.071	21.084	12.961
2014	12	3.761	22.103	12.748
2014	11	2.837	22.753	12.613
2014	10	1.022	24.675	12.781
2014	9	0.753	24.653	12.707
2014	8	0.052	25.652	12.381
2014	7	0.000	27.135	13.232
2014	6	0.183	24.293	12.463
2014	5	2.574	21.335	12.974
2014	4	0.000	22.653	12.873
2014	3	0.000	19.768	12.903
2014	2	0.000	21.207	12.757
2014	1	0.000	20.748	12.813

Fuente: Senamhi – Estación San Juan - Cajamarca.

4.4. Flora y Fauna

La flora en esta zona está definida por el clima típico de los altos andinos dando como resultado una variedad de plantas y árboles como el eucalipto, aliso, flores, etc. Esto se fortalece durante los meses de invierno en tiempos de lluvia que empieza el crecimiento de plantas típicas de la región; paralelamente se aprecia la reproducción de las aves silvestres propias de la zona como el huanchaco, zorzales, gorrión, conejos, etc. Quizás algunas aves están en proceso de extinción debido a la contaminación.

4.5. Aspectos Sociales y Económicos

a. Actividad Económica.

La población del Caserío Abra el Gavilán desempeña diversas actividades siendo las principales la agricultura, forestación, trabajos eventuales, existiendo ganadería en pequeña escala.

b. Cantera.

Esta actividad es una de las fuentes de ingreso para este caserío ya que provee mano de obra, compra de productos y/o alimentación para el personal que labora en esta actividad.

c. Mercado de los agregados.

El Perú ha experimentado en estos últimos años un aumento del Producto Bruto Interno anual a consecuencia del aumento de los diferentes proyectos mineros siendo uno de ellos la producción de minería no metálica a través de las canteras, a continuación, presentamos una tabla donde se puede ver el aumento significativo de producción de minería no metálica:

AGREGADOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total	
ARCILLA	637,170	432,120	524,795	617,470	419,715	949,303	1,341,668	1,708,964	1,483,771	1,124,197	9,239,173	5.73%
ARENA (GRUESA/FINA)	526,901	649,978	767,354	684,731	800,607	2,010,571	2,246,499	2,801,869	3,521,635	2,748,839	16,956,981	10.52%
BARITINA	11,031	3,806	3,703	3,600	26,985	25,572	27,368	42,960	27,875	51,567	224,467	0.14%
BENTONITA	18,217	20,760	19,334	17,908	14,663	11,791	21,451	31,557	119,495	44,260	319,442	0.20%
BORATOS / ULEXITA	6,709	6,698	8,210	9,721	147,463	0	233,991	349,891	187,221	292,855	1,242,759	0.77%
CALCITA	0	499	586	673	99,499	157,383	321,938	533,038	7,871,856	331,352	9,416,824	5.84%
CALIZA / DOLOMITA	4,370,865	5,695,392	5,480,742	5,266,091	7,252,293	7,875,040	9,597,701	10,222,601	10,303,698	11,527,831	77,592,054	48.12%
CONCHUELAS	0	0	106,265	212,529	1,580	1,793	2,653	6,208	3,372	5,529	339,929	0.21%
COQUINA	0	158,094	79,047	0	438,864	130,117	119,425	135,216	126,730	110,573	1,298,066	0.80%
FELDESPATOS	3,062	6,018	6,005	5,992	9,038	9,269	15,450	13,063	5,006	3,589	76,492	0.05%
HORMIGON	571,520	512,886	699,754	886,621	1,710,497	1,626,826	2,580,031	3,153,683	3,208,135	3,556,939	18,506,881	11.48%
LIMONITAS / OCRE	0	0	0	0	99	468	24,513	0	0	0	25,070	0.02%
MARMOL	11,636	16,553	19,376	22,198	120	8,841	24,513	595	338	279	104,449	0.06%
MICA	127	35	34	32	51	75	61	91	84	67	657	0.00%
OTROS	0	1,036,488	518,244	0	0	0	79,238	2,607,703	2,352,243	2,276	6,596,192	4.09%
PIZARRA	16,800	10,944	11,447	11,950	21,496	30,110	10,844	42,437	16,440	315	172,783	0.11%
PLAZOLANA	140,561	997,983	587,173	176,363	199,327	278,476	329,266	425,095	477,591	700,514	4,303,369	2.67%
SAL COMUN	418,954	281,098	358,985	436,872	1,494,898	971,710	1,185,263	1,276,274	1,567,279	1,228,900	9,220,233	5.72%
SILICE	122,032	299,093	239,501	179,909	108,064	144,916	196,944	265,939	217,519	283,098	2,057,015	1.28%
TRAVERTINO	2,971	4,318	5,172	6,026	169,014	116,286	208,024	231,841	97,586	105,144	948,383	0.59%
YESO	20,966	75,306	175,510	275,713	334,595	272,875	329,687	495,212	320,887	313,025	2,613,776	1.62%
TOTAL	6,879,542	10,408,067	9,611,233	8,814,399	13,239,858	14,623,422	18,896,528	24,344,237	32,008,761	22,428,955	161,255,002	100.00%

Figura 5: Estudios de mercado.
Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2012).

Podemos apreciar que liderada principalmente por el aumento en la extracción de tres agregados.

4.6. Geología Local

La cantera El Milagro - El Gavilán, se encuentra ubicada en un sistema de pliegues (sinclinal - anticlinal) con dirección de SE - NW y estructuralmente con fallas de dirección NE-SW hasta E-W; las que corresponden respectivamente al cretáceo inferior y está compuesta de formaciones como las siguientes: Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat, formando el Grupo Goyllarisquizga en el cual suprayacen las Formaciones: Inca, Chulec, Pariatambo y cretáceo superior compuesta por la Formación Yumagual. Las anteriormente descritas presentan secuencias estratigráficas de areniscas, cuarcitas, lutitas calcáreas, calizas nodulares de color grisáceo claro hasta tonos más oscuros; variaciones de calizas arenosas y margas gris oscuras, de las cuales todas se encuentran en forma de estratos intercalados, yendo desde estratos muy delgados hasta estratos muy con mucha potencia. En todas estas Formaciones se identificaron ocho unidades litoestratigráficas, incluyendo el conjunto de rocas litoestratigráficas que va desde el Valanginiano – Cenomaniano en el que se encuentran algunos depósitos cuaternarios aluviales, en determinados casos, con cierto comportamiento estratiforme y en otros casos, muy heterogéneos y desordenados.

a) Formación Chimú

Localmente la Formación en cuestión, conforma la base sedimentaria que se depositó en el ambiente continental deltaico, además, aflorando desde la progresiva Km 162+000 al Km 163+900 incluyendo El Abra El Gavilán con rocas cuarzosas las cuales son de grano grueso redondeado a subredondeado, identificando por las características, que se ha tenido un largo transporte por su granulometría y esféricas, y que a partir de la la progresiva Km 169+800 a km 172+700 esta consta de una composición más compactada y de grano fino, indicando que su ambiente de depositación es más continental. Conociéndose como la roca más Antigua identificada por primera vez por Benavides (1956), la cual pertenece a la edad de Valanginiano. Se denota por: una alternación de areniscas cuarzosas y algunas lutitas en la parte inferior y de una secuencia de cuarcitas blancas en bancos con una gran potencia.

b) Formación Santa

La Formación en estudio aflora en la progresiva Km 163+900 al km 164+050, la cual presenta un ambiente de depositación en mar somero, con una transgresión marina. Presenta alternadamente intercalaciones de lutitas, calizas margosas y areniscas gris oscuras, con buzamientos que varían entre 55° - 65° en el cerro Ventanilla; denotando a esta como una franja muy delgada, que dificulta su identificación por la cobertura de material cuaternario.

c) Formación Carhuaz

Esta formación Sobreyace a Formación Santa, la cual está conformada por un ambiente lacustrino (limoarcillitas); formada por una intercalación de areniscas y lutitas grisáceas, las areniscas en esta formación contienen matices rojizos, violetas y verdosos (siendo estas las características principales para el reconocimiento y diferenciación en campo); además, puede encontrarse bancos de cuarcitas con algunas cantidades de areniscas y lutitas al final.

d) Formación Farrat

La formación en cuestión es una de las que cuenta con mayor potencia, ocupando solo el segundo lugar en este aspecto, se conforma de areniscas de

grano crecientes del tipo facies deltaicas; locales después de la Formación Chimú, que muestra claramente el cambio de facie de la Formación Carhuaz y por otro lado Ferrat.

e) Formación Inca

Esta formación está compuesta por una secuencia completamente transgresiva y somera; en la cual se puede diferenciar con claridad la intercalación de areniscas calcáreas, lutitas, ferruginosas y lechos de cuarcitas, conteniendo una coloración especial en alguna zona que va de los rojizos hacia amarillo anaranjado el flanco izquierdo.

En este lugar se encuentran las placas continentales del Grupo Goyllarisquizge, conformado por las Formaciones: Chimú (areniscas, cuarcitas), Fm. Santa (calizas grises, calcáreos arcillosos), Fm. Carhuaz (areniscas, lutitas grises y limonitas), Fm. Ferrat (areniscas cuarzosas), etc. Cada una debidamente conformada por diferentes tipos de rocas o sedimentos, hay una variedad de muestras como la hematita, jarosita, lutitas y etc. además existen agentes modeladores geológicos como los movimientos orogénicos andinos del cretácico que son responsables de la formación geológica de esta zona, posteriormente la acción fluvial conjuntamente con otros agentes fue erosionando sus laderas quedando así materiales que son aprovechados por el hombre a través de la explotación de canteras.



Figura 6: Geología de la cantera El Milagro
Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2012).

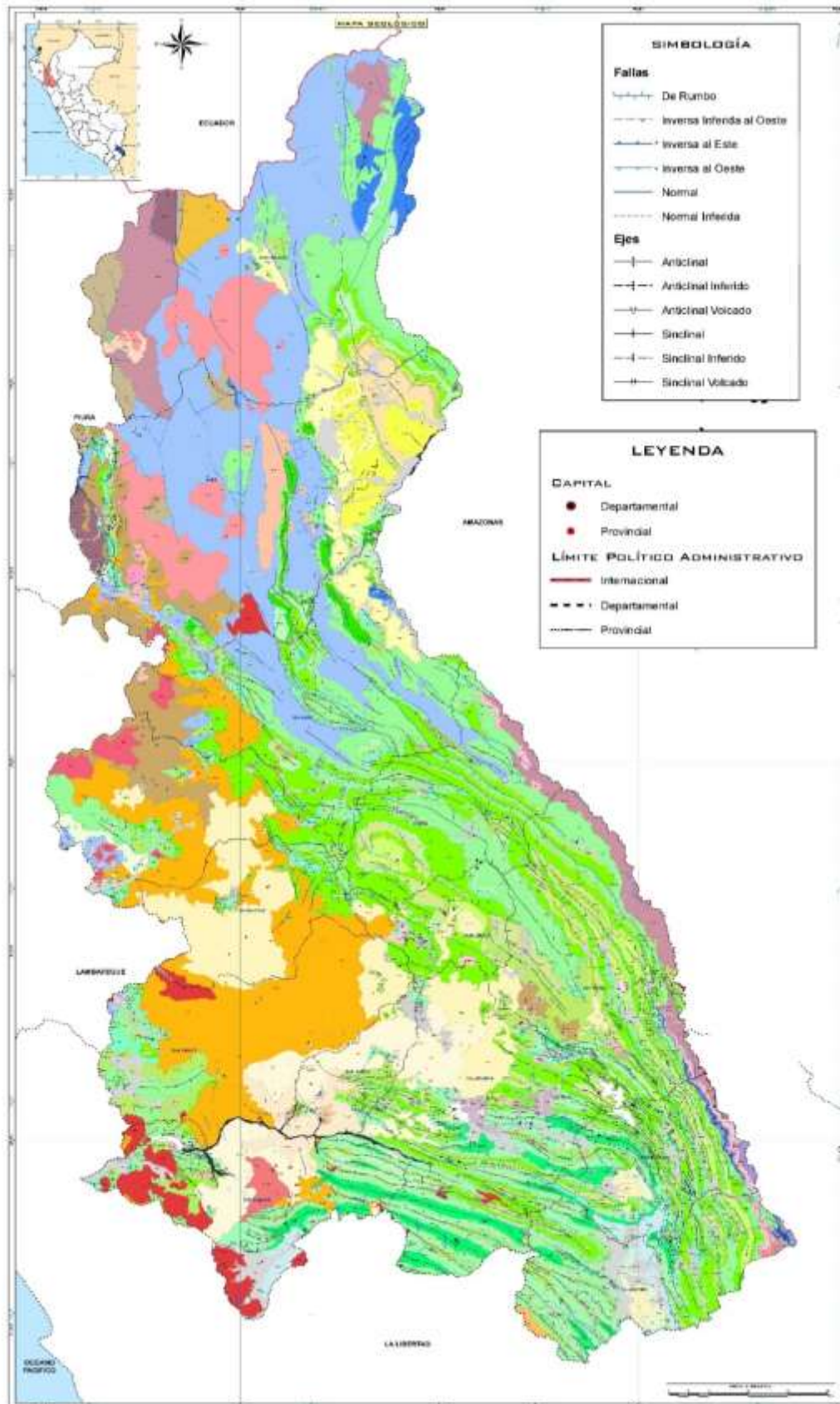


Figura 7: Mapa estratigráfico de Cajamarca.
 Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca (2012).

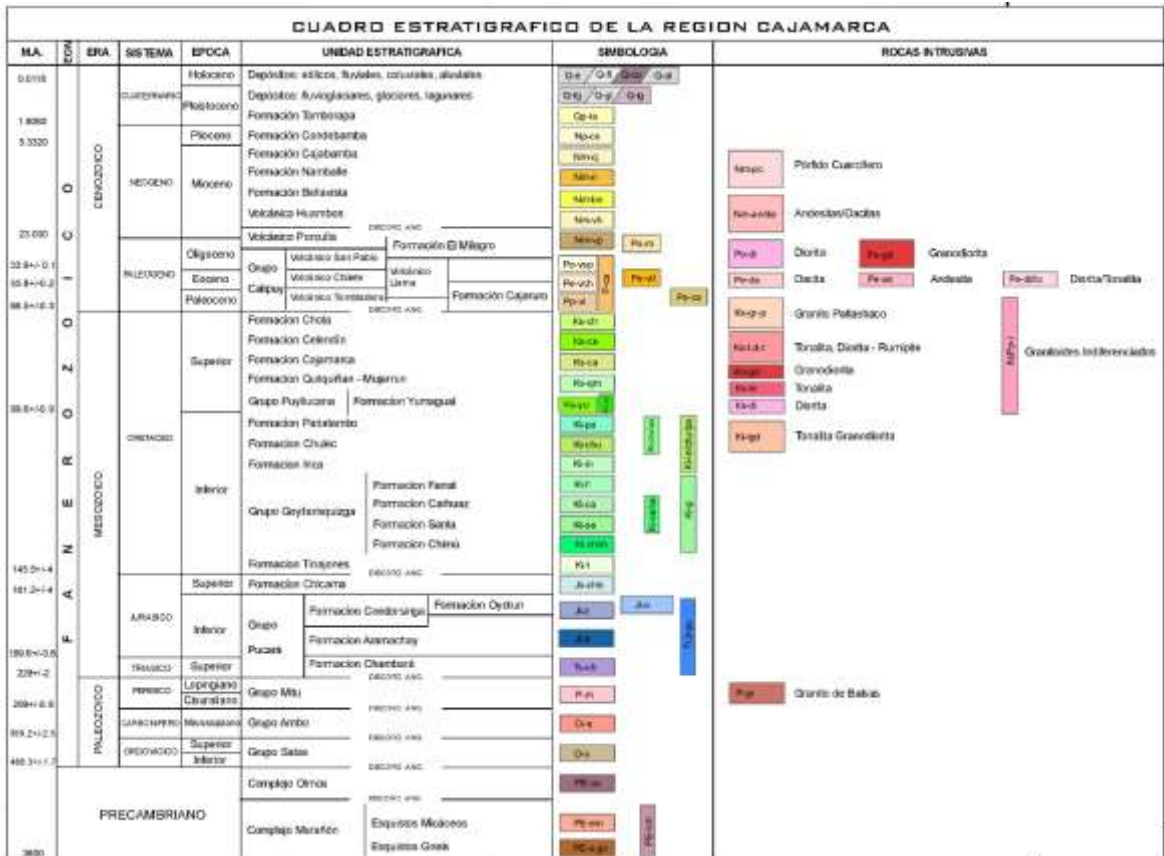


Figura 8: Cuadro estratigráfico de la Región Cajamarca.
Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca (2012).

Tenemos la formación Chimú que consiste de la combinación de lutitas, cuarcitas y areniscas en la parte inferior y en la parte superior una potente secuencia de cuarcitas blancas.

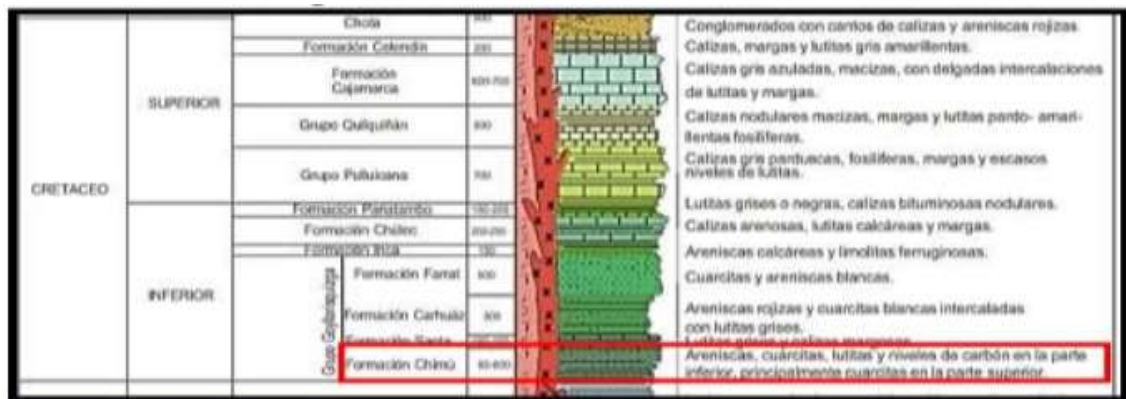


Figura 9: Cuadro de la columna estratigráfica de las formaciones de la zona de estudio.
Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca (2012).

4.7. Geología Estructural

La cantera El Milagro - El Gavilán, está emplazada sobre un sistema de plegamientos (sinclinal - anticlinal) los cuales tienen una dirección de SE - NW y estructuralmente cuenta con fallas con dirección de NE-SW hasta E-W; con una escala 1: 20000 priorizándose en cartografiar las unidades litoestratigráficas Mesozoicas (Cretáceo inferior - superior) y Cenozoicas (Holoceno). Por un lado, esta se basa en el modelo uniaxial (Modelo de Twiss & Moores, 1992) de plegamientos con un posterior conjunto de fallamientos que van en junto con un desarrollo de sistema de esfuerzos compresivos (σ_1) con direcciones SE - NW, y este se desarrolla en sistema de pliegues (Hatcher, 1995). En locales, regionales y un posterior sistema de esfuerzos tensionales (σ_3) con direcciones NE-SW. Por otro lado, las fallas que han sido cartografiadas son fallas inversas; lo cual permite identificar que esta estuvo expuesta a compresiones estructurales constantes las cuales dieron como resultado un conjunto de fallamientos en el alineamiento principal SE -NW.

En uno de los extremos, en este caso SE de la progresiva Km 162+000 - Km 167+000; se tienen estructuras bastante afectadas por el efecto de la Geotectónica, en este caso predomina anticlinal tumbado, sinclinal y anticlinal presentando fallas en varios tramos: normales, inversas con estratos en muchos casos verticales a subverticales de ángulos de 85° - 75°.

En la progresiva Km 162+100 se tiene una falla inversa con una brecha de 30 cm., el cual ha desplazado al bloque techo generando estrías de falla con una dirección 72° NW, pitch 15° y slickensides proyectando los planos de desplazamientos y traquelación. En la progresiva Km 163+400 estructuralmente está la Falla Regional La Colpa - Agocucho, Falla Regional por su gran espesor de brecha siendo de 3.5 m, con una data: Dip = 54° o y DD = 323°. Afectando en ambos flancos al paquete rocoso, sin embargo, la zona de estratificación más afectada por plegamientos y micro plegamientos, es el flanco derecho, dando indicios de un gran esfuerzo geotectónico formando una estructura isoclinal en vertical en las areniscas y lutitas de la formación Chimú.

Adicionalmente, en la progresiva Km 164+550 existe una Falla Normal Regional que tiene un espesor de brecha de 1.25m., con un Dip = 72 y DD= 172; en dicho brechamiento se pudo observar una pequeña micro brecha según la matriz brechoza de traquelamiento de: fino anguloso a grueso; la cual presenta milonita en los flancos de la falla con indicios de la actividad de traquelamiento, concordando con la dirección del plano de desplazamiento. En la progresiva Km 165+250 - Km 166+000 se puede encontrar estructuras plegadas simultánea o sucesivamente que inician con un sinclinal y cuentan una orientación N245° - 46°NW además, con un flanco, a 20m. Una Falla inversa N255° - 84°SE que afectan al sinclinal y en el otro flanco del sinclinal de N212o y plunch 40° - 45° en ambos, flanco - anticlinal - sinclinal; los cuales presentan estratificaciones verticales que varían de 70° - 80°.

4.8. Estabilidad Física de Taludes

a) Definición:

“La estabilidad es la seguridad de un talud de masa que puede ser desmonte, tierra o mineral que resiste al movimiento o a las fallas y la preponderancia de las acciones gravitatorias condicionales, sobre todo, la definición de seguridad frente a rotura”. (Villalobos, 2017).

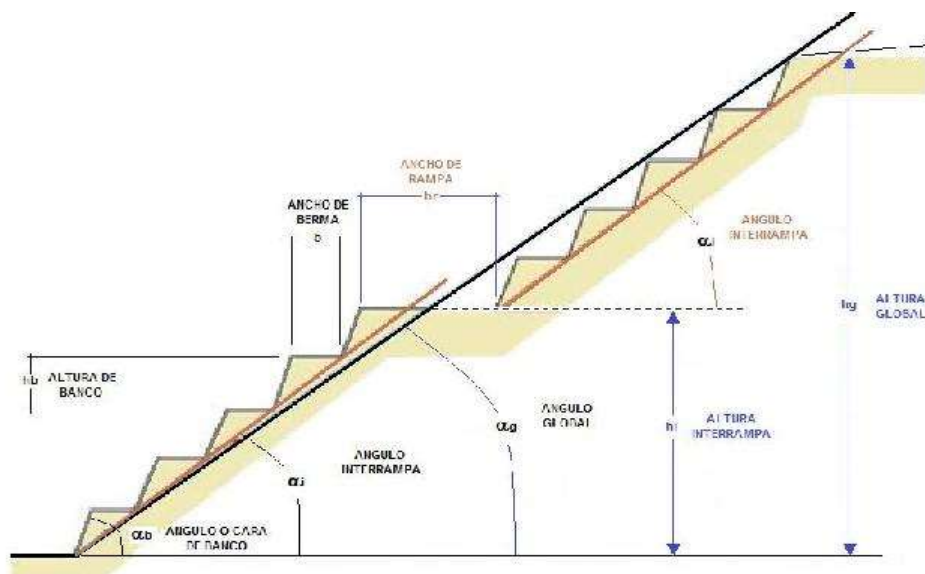


Figura 10: Parámetros que definen la geometría del talud.
Fuente: Juan Herrera. (2007).

Estabilidad es la seguridad estructural que presenta resistencia al derrumbe o deslizamiento ocasionado por movimientos de la tierra o filtraciones de agua, sobrecargas, parámetros geomorfológicos, presencia de grietas de tensión, filtraciones de agua, geometría del talud y todos los agentes externos que pueden influir en el equilibrio de la estructura. (Oliva, 2015).

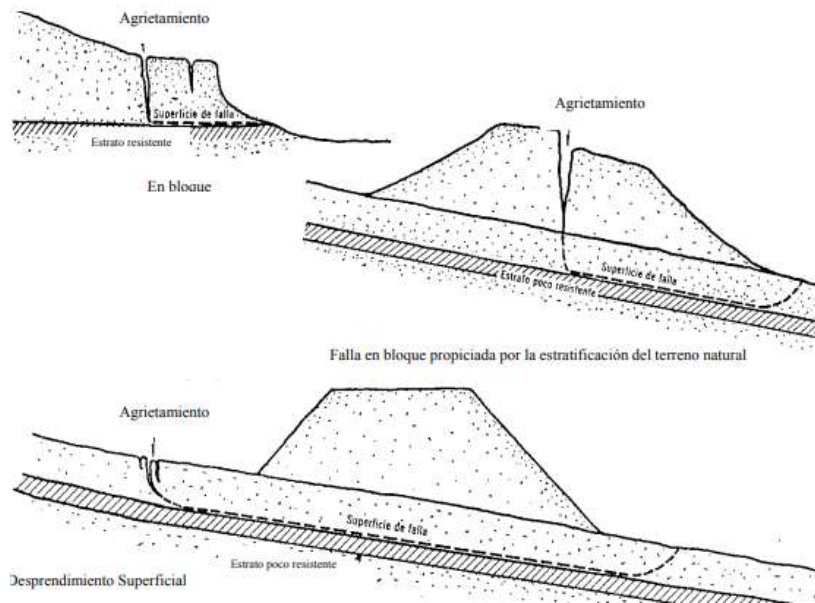


Figura 11: Tipos de fallas traslacionales.
Fuente: Juan Herrera. (2007).

Dentro del campo de la estabilidad de taludes también podemos hablar de la estabilidad superficial a quien entendemos como cualquier talud que está compuesto por fuerzas naturales. El creep suele tener en el a grandes áreas y el movimiento superficial se produce sin una transición brusca entre la parte superficial móvil y las masas inmóviles más profundas, podemos precisar dos clases de deslizamientos:

Uno de ellos es el estacional, esta es la que tiene solo consecuencias superficiales a consecuencia de los cambios climáticos en forma de contracciones térmicas, expansiones o humedecimientos y secado. El segundo es los deslizamientos masivos que tiene como consecuencia las capas profundas y capas superficiales, en este caso no se atribuye las consecuencias a los efectos ambientales solo al efecto gravitacional.

b) Métodos de estabilidad Física:

Para encontrar las condiciones de estabilidad de un talud se realiza con el método de suposiciones y análisis de los factores presentes en el área y para mayor enfoque a continuación analizamos los diferentes métodos de análisis de taludes: (Catanzariti, 2016).

Métodos de análisis de estabilidad de taludes finitos: Sabemos que en ocasiones existen movimientos que tienden a la falla, entonces se realiza un análisis muy importante para la caracterización geo mecánica de los materiales para así estudiar el comportamiento mecánico de los materiales del talud; los resultados obtenidos pueden ser similares o iguales a los de otros taludes. Luego se analiza para determinar los del terreno necesarios también los parámetros resistentes de este. León, R. (2010)

Método de las Rebanadas: este método tiene el principio de hacer girar el plano sobre un eje y por efectos de la revolución obtener un sólido y pueda generarse como la sumatoria de discos, es muy importante saber el eje de rotación ya que depende de este elemento se obtiene la ecuación en función específicamente de la variable para tal fin se hace mención a las variables de la función. (Catanzariti, 2016).

- n valores de las fuerzas normales N_i en la base de cada rebanada.
 - una incógnita constituida por el factor de seguridad F.
 - n valores de las fuerzas de corte en la base de la rebanada T_i .
 - n valores de la coordenada del punto de aplicación de las E_i .
 - (n-1) fuerzas normales E_i en la conexión de las rebanadas.
 - (n-1) fuerzas tangenciales X_i en la conexión de las rebanadas.
 - (n-1) valores de la coordenada del punto de aplicación de las X_i .
- (Catanzariti, 2016)

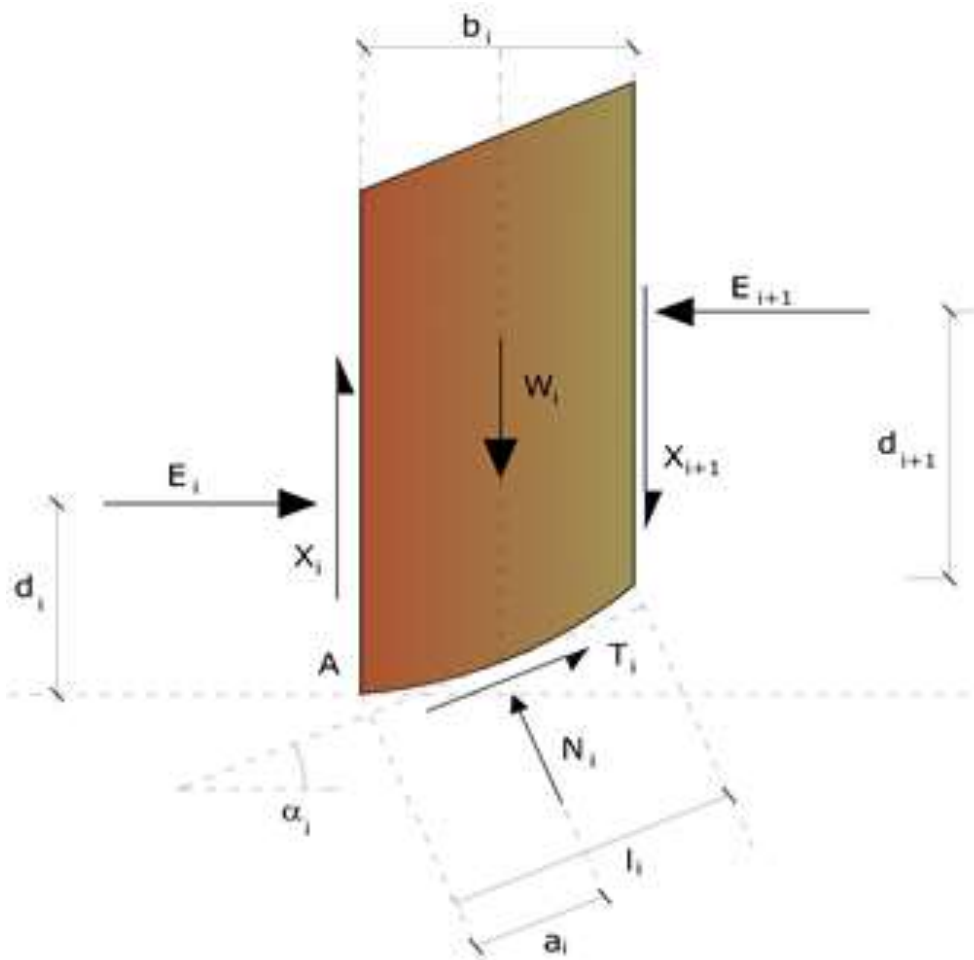


Figura 12: Método de rebanadas
Fuente: Catanzariti, (2016).

Método del equilibrio límite (LEM): el objetivo de este método es poder obtener el coeficiente de seguridad frente a los posibles fallos de inestabilidad y ruptura de los taludes, para determinar el equilibrio de masa este método se basa en las leyes de la estática aplicado a un suelo potencialmente inestable. (Catanzariti, 2016).

En una superficie de deslizamiento de cualquier forma se emplea este método para estudiar el cuerpo rígido del talud calculando las tensiones de corte con respecto a las resistencias disponibles. Según algunos interpretadores consideran diferentes rebanadas y el equilibrio lo dividen a cada una mientras que otros lo interpretan de forma global del cuerpo. (Catanzariti, 2016).

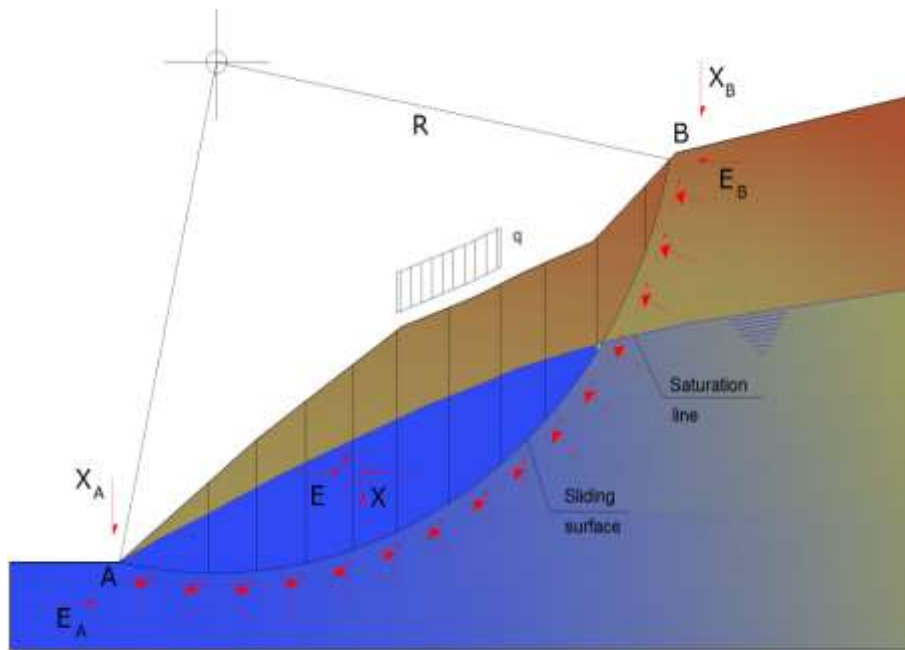


Figura 13: Método de equilibrio límite. Fuente: Catanzariti, (2016).
Fuente: Catanzariti, (2016).

c) Características en la Estabilidad Física de Taludes:

Entendiendo la problemática en estabilidad de taludes es necesario tener en cuenta las dimensiones del campo y en este caso el tipo de agregado que hay en la zona. Las primeras tienen que ver con el equilibrio, de acuerdo al terreno. Estas ecuaciones son más complicadas ya que los terrenos son sistemas multifase, que se pueden convertir en sistemas monofase solo en condiciones de terreno seco, o de análisis en condiciones drenadas. (Krosco, 2014)

En gran mayoría los casos son encontrados con suelos saturados, bifase lo que notoriamente se vuelve complicado al análisis y estudio de las ecuaciones de equilibrio.

En la mayor parte de los casos nos encontramos con suelos que además de saturados, son también bifase, lo que vuelve notoriamente complicado el análisis de las ecuaciones de equilibrio. Como se determina la estabilidad física de taludes:

- Estructuras de contención del talud.
- Control de agua subterránea Y Superficial.
- Mejoramiento de Suelo. (Krosco, 2014)

d) Cálculo de la estabilidad:

Los procedimientos de cálculo para interpretar la estabilidad definen un mecanismo cinemático de falla extraído naturalmente de la experiencia el cual se analizan al producirse el movimiento como la fuerza de gravedad, filtraciones de agua, etc.

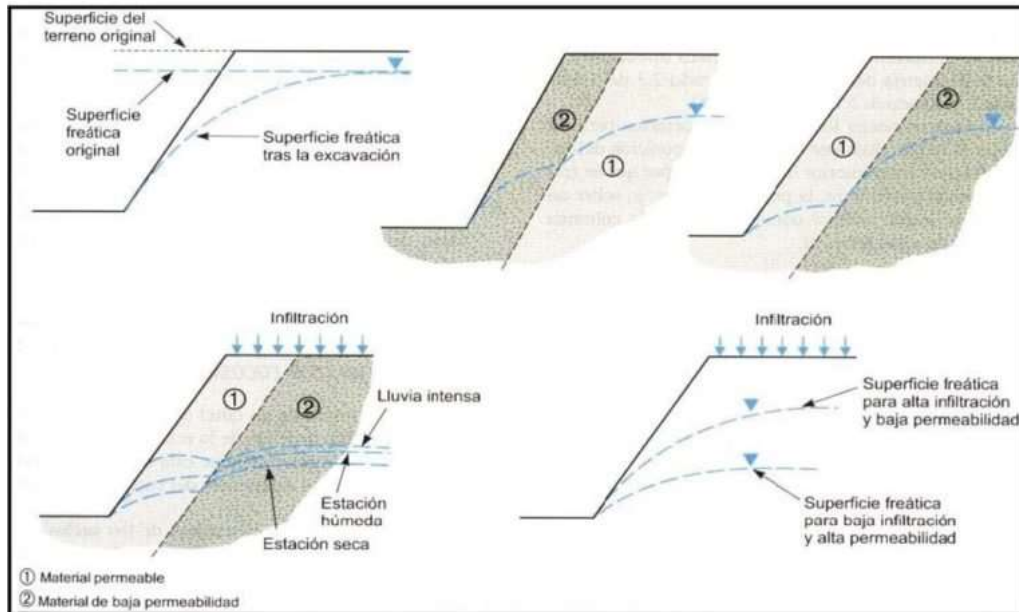


Figura 14: Ilustración de materiales permeables y de baja permeabilidad.
Fuente: Catanzariti, (2016).

4.9. Explotación de Agregados

a) Que son los agregados:

Estos son una mezcla de diferentes materiales en los que podemos encontrar cantera y grava en este caso para la explotación de agregados tenemos que tener en cuenta el tipo de agregado que se encuentra en la zona, también podemos encontrar arena o roca triturada.

En la zona natural de agregados podemos encontrar fuerzas erosivas las cuales provienen del agua y el viento. Sabemos que la mezcla de cemento agua y agregados le da resistencia mecánica al concreto u hormigón y estos a su vez forman los agregados.

Es cualquier combinación de grava, roca triturada o arena ya sea procesado o en su forma natural. Son minerales comunes, resultados de diferentes fuerzas erosivas expuestas a la intemperie de las cuales son generalmente ubicadas en ríos y valles, los agregados son materiales inertes de forma granular. (Argos, 2018).

b) Clasificación de los Agregados Según su Origen:

- **Agregados Ígneos:** es el producto erosionado de las rocas ígneas, magmáticas, originales o endógenas de los cuales según su composición se pueden clasificar en: (Silva, 2015).

- Plutónicas, Intrusivas o abisales.
- Efusivas, volcánicas o Extrusivas. (Silva, 2015).



Figura 15: Agregados Ígneos.
Fuente: Keenan (2016).

- **Agregados Sedimentarios:** es el producto de las rocas sedimentarias es decir son una de las rocas más abundantes de nuestro planeta donde la composición principal son las rocas metamórficas o sedimentarias donde a través de la desintegración o precipitación se obtienen las mencionadas. (Silva, 2015).



Figura 16: Agregados sedimentarios.
Fuente: Silva (2015).

- **Agregados Metamórficos:** como su mismo nombre lo indica estas provienen las rocas metamórficas o también de las rocas sedimentarias de las cuales estas se forman a grandes temperaturas o presiones uno de las características principales de estos agregados es la cementación y en trabamiento de los minerales creando así la más alta resistencia a la compresión un poco más que la sedimentaria. (Ríos, 2018)



Figura 17: Agregados Metamórficos.
Fuente: Qesdy (2019).

c) Clasificación de los Agregados Según su Tamaño:

- **Agregados Finos:** estos agregados tienen un tamiz específico el 3/8" donde pasa el 100% del material, la clasificación de este material se encuentra entre los tamices N°4 y N° 200 porque este material se obtiene a partir de la desintegración de algunas rocas, a continuación, se hace clasificación según sus partículas: (Scribd, 2014)

- Arenas gruesas, esta entre el tamiz nº4 y nº10
- Arenas Medias, esta entre el tamiz nº10 y nº40
- Arenas finas, esta entre el tamiz nº40 y nº200 y Según su procedencia, pueden ser:
 - Arenas de río: uniformes, redondas, y limpias
 - Arena de Playa: Con alto contenido de cloruros.
 - Arena generalmente heterogéneas y sucias. (Scribd, 2014)

- **Agregados Gruesos:** al pasar por el tamiz N° 4 es el material que más se retiene, este material es el que generalmente se obtiene en las canteras, pero para clasificarlas como tal cumplen ciertas propiedades como las de ser compactas y homogéneas, ser resistente a los procesos abrasivos y resistente a las cargas, estos agregados gruesos se clásica en: (Vizcardo y Trinidad, 2014).

- **El Hormigón:** cuando se mezcla agregados finos y gruesos se obtiene el hormigón, para ser clasificado como tal tiene que pasar la malla número 100 y la dos como máximo. (Vizcardo y Trinidad, 2014).

- **LA GRAVA:** Es un conjunto de piedras pequeñas que proceden de la fragmentación de rocas dentro de sus propiedades fundamentales tenemos a la resistencia, dureza y durabilidad. (Balasto, 2016).

d) Clasificación de los Agregados por Fragmentación:

- **Agregados Naturales:** Estos agregados tienen un origen de tipo geológico, fragmentados por procesos naturales como la erosión de la intemperie sobre las rocas. Las cuales sufren fragmentación o desgaste y debido al arrastre del agua principalmente pierden sus aristas por efecto del arrastre. (Ponce, 2017).



Figura 18: Agregados Naturales.
Fuente: Cerro (2014).

- **Agregados Manufacturados:** Estos agregados es el resultado de las aplicaciones de fuerzas mecánicas artificiales para obtener diferentes tamaños de agregados. (Silva, 2015).



Figura 19: Agregados Manufacturados.
Fuente: Dlv. (2016).

- **Agregados Mixtos:** Es la combinación de grava manufacturada y arena gruesa natural clasificada para cumplir con la combinación granulométrica específica para sus diferentes aplicaciones. (Silva, 2015).

f) Propiedades Mecánicas de los Agregados:

- **Resistencia:** Los agregados tienen que ser mayores a la resistencia del concreto, sobre la resistencia la estructura y la composición de las partículas.
- **Tenacidad:** Esta propiedad está relacionada con la resistencia que tiene cuando hay un impacto del material.
- **Dureza:** Se conoce como dureza de un agregado cuando este es resistente a la erosión abrasión o en general al desgaste.
- **Módulo de Elasticidad:** Se conoce como como el cambio de esfuerzos que se proyecta en la deformación elástica, a la cual la toman en cuenta como una medida de la resistencia del material a las deformaciones.

g) Propiedades Físicas de los Agregados:

- **La Granulometría:** su principal objetivo de la granulometría es la clasificación de agregados el tamaño de sus partículas, para esta clasificación se realiza un análisis granulométrico donde se realiza el fraccionamiento del tamaño y su respectiva clasificación. (Sánchez, 2015).
- **Por Su Textura:** esta propiedad es muy importante debido a la textura superficial que tiene y su importancia con el concreto durante la aplicación en fraguado o estado plástico. (Sánchez, 2015).



Figura 20: Agregados por su textura.
Fuente: Nedoshkovskiy (2019).

- Por Su Densidad:** para esta propiedad se necesita que este definida la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada, tomando en consideración los poros vacíos que estos agregados tienen es su interior, para obtener una resistencia de durabilidad es de especial importancia conocer la densidad de los mismos, porque generalmente los agregados con mayor índice de porosidad son los menos resistentes por su alta absorción de componentes. (Ruiz, 2017).

TABLA 2.1 VALORES PROMEDIO PARA LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS TIPOS PRINCIPALES DE ROCAS			
Tipo De Roca	Gravedad específica	Absorción * %	Prueba de abrasión Los Angeles %
Igneas			
Granito	2.65	0.3	38
Sienita	2.74	0.4	24
Diorita	2.9	0.3	-
Gabro	2.96	0.3	18
Peridotita	3.31	0.3	-
Felsita	2.66	0.8	18
Basalto	2.86	0.5	14
Diabasa	2.96	0.3	18
Sedimentarias			
Piedra caliza	2.66	0.9	26
Dolomita	2.7	1.1	25
Arcilla esquistosa	1.8 - 2.5	-	-
Arenisca Chert	2.54	1.8	38
Conglomerado	2.5	1.6	26
Brecha	2.68	1.2	-
	2.57	1.8	-
Metamórficas			
Gneis	2.74	0.3	45
Esquisto	2.85	0.4	38
Anfibolita	3.02	0.4	35
Pizarra	2.74	0.5	20
Cuarcita	2.69	0.3	28
Mármol	2.63	0.2	47
Serpentina	2.62	0.9	19

*Después de inmersión en agua a la temperatura y presión atmosféricas

Figura 21: Valores de las principales propiedades de las rocas.
Fuente: Nedoshkovskiy (2019).

- **La Porosidad:** Son los espacios vacíos que hay entre cada partícula solida de agregado que por esta propiedad es muy importante en el comportamiento de otras propiedades, esta propiedad tiene múltiples impactos ya sea en la resistencia mecánica, abrasión, estabilidad química o permeabilidad y la absorción. (Llanos, 2014).

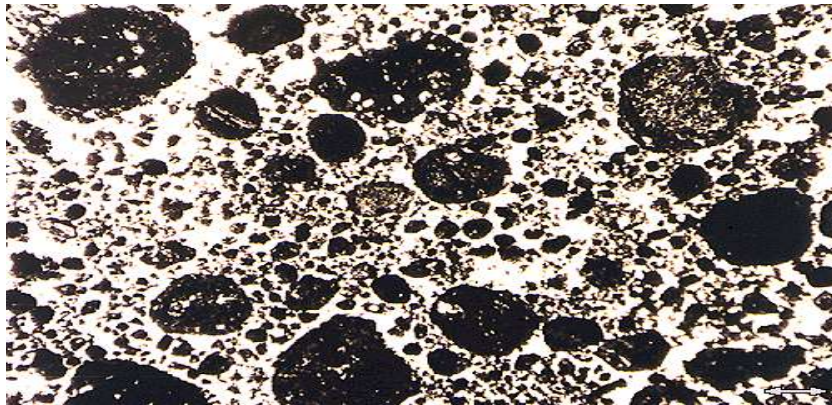


Figura 22: Clasificación por su densidad.
Fuente: Edafología, 2017

4.10. Resultados de Laboratorio.

a) Resultados de la Densidad del Material.

ESTÁNDARES REQUERIDOS - NORMATIVA		RESULTADOS DE LABORATORIO	EVALUACIÓN
Característica	Valor	Valor	Condición
Densidad relativa, mínimo	2.4	2.405	APTO

Figura 23: Densidades de material – Cantera El Milagro.
Fuente: Resultados de Laboratorio.

b) Resultados del desgaste por abrasión del material de la cantera El Milagro.

ESTÁNDARES REQUERIDOS - NORMATIVA		RESULTADOS DE LABORATORIO	EVALUACIÓN
Característica	Valor	Valor	Condición
Desgaste por abrasión en la máquina de los Ángeles, %, máximo.	30	29.5	APTO

Figura 24: Abrasión de los materiales recolectados y analizados de la Cantera – Cantera El Milagro.
Fuente: Resultados de Laboratorio.

c) Resultados de ensayo con respecto a las partículas chatas (lajeadas) y alargadas de los materiales de la Cantera El Milagro.

ESTÁNDARES REQUERIDOS - NORMATIVA		RESULTADOS DE LABORATORIO	EVALUACIÓN
Característica	Valor	Valor	Condición
Partículas chatas (lajeadas) y alargadas, %, máximo	25	4.8	APTO

Figura 25: Chatas y alargadas de los materiales recolectados y analizados – Cantera El Milagro.
Fuente: Resultados de Laboratorio.

- d) Resultados de ensayos respecto a los equivalentes de arena del material de la cantera El Milagro.

ESTÁNDARES REQUERIDOS - NORMATIVA		RESULTADOS DE LABORATORIO	EVALUACIÓN
Característica	Valor	Valor	Condición
Equivalente de arena, %, mínimo.	50	29	NO APTO

Figura 26: Equivalentes de arena del material de la Cantera El Milagro.
Fuente: Resultados de Laboratorio.

- e) Resultado de ensayos respecto al intemperismo y las pérdidas de sulfatos en magnesio y sodio de los materiales de la Cantera El Milagro.

ESTANDARES REQUERIDOS - NORMATIVA		RESULTADOS DE LABORATORIO	EVALUACIÓN
Característica	Valor	Valor	Condición
Perdidas en sulfato de sodio y magnesio, %, máximo.	12	2.36	APTO

Figura 27: Ensayos respecto al intemperismo y las pérdidas de sulfatos en magnesio y sodio de los materiales de la Cantera El Milagro.
Fuente: Resultados de Laboratorio.

4.11. Análisis de Resistencia y Clasificación del Macizo Rocoso.

- a) Análisis de carga puntual.

Muestra	Índice de resistencia a la carga puntual (Mpa)
Muestra	3.32
Promedio	3.32

Figura 28: Índice de resistencia a la carga puntual de muestra.
Fuente: Resultados de Laboratorio.

CLASE	RESISTENCIA	RESISTENCIA UNIAxIAL MPa	ÍNDICE DE CARGA PUNTUAL MPa	ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA EN EL CAMPO	EJEMPLOS
R6	Extremadamente Resistente	>250	>10	Solo se pueden romper esquirlas de la roca con el martillo de geólogo.	Basalto, Diabasa, Gneiss, Granito, curacita, Chert.
R5	Muy resistente	100-250	4-10	Se necesitan muchos golpes con el martillo de geólogo para romper la muestra.	Anfibolita, Arenisca, Gneiss, Gabro, Gronodiorita, Basalto.
R4	Resistente	50-100	2-4	Se necesita más de un golpe con el martillo de geólogo para romper la muestra.	Caliza, Mármol, Esquisto, arenisca.
R3	Moderadamente Resistente	25-50	1-2	No se puede rayar o desconchar con una navaja, las muestras se pueden romper con un golpe firme con el martillo. Puede desconcharse con dificultad con una navaja, se pueden hacer marcas poca profundas golpeando fuertemente la roca con la punta del martillo.	Concreto, Esquisto, Carbón, Siltstone.
R2	Débil	5.0-25	**	Deleznable bajo golpes fuertes con la punta del martillo de geólogo puede desconcharse con una navaja.	Creta, Marga, Yeso, Esquisto, Shale.
R1	Muy débil	1.0-5.0		Rayado por la uña del dedo pulgar.	Roca alterada Shale.
R0	Extremadamente débil	0.25-1			Falla delgada rígida.

Figura 29: Clasificación del macizo rocoso.
Fuente: Resultados de Laboratorio.

b) Clasificación de acuerdo a las condiciones de las discontinuidades

Parámetros	Valoración				
	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m
Longitud de las discontinuidades (persistencia)	6	4	2	1	0
Separación (apertura)	Ninguno 6	< 0.1 mm 5	0.1 - 1.0 mm 4	1 - 5 mm 1	>5 mm 0
Rugosidad	Muy rugoso 6	Rugosidad 5	Ligeramente Rugoso 3	Liso 1	Espejo de falla 0
Relleno de (panizo)	Ninguno 6	Relleno duro		Relleno Blando	
		<5mm 4	>5 mm 2	<5 mm 2	>5 mm 0
Meteorización	No meteorizado 6	Ligeramente meteorizado 5	Moderadamente Meteorizados 3	Muy meteorizado 1	Descompuesto 0

Figura 30: Clasificación según las condiciones de las discontinuidades.
Fuente: Análisis de resultados de laboratorio.

Nota: sobre aguas subterráneas las condiciones son seco, obtienen un puntaje de 12.

Orientación del rumbo y buzamiento de las discontinuidades	Muy favorable	Favorable	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable
Valorización Túneles y minas	0	-2	-5	-10	-12
Cimentaciones		-2	-7	-15	-25
Taludes		-5	-25	-50	-60

Figura 31: Corrección por la orientación del rumbo y buzamiento.
Fuente: Análisis de resultados de laboratorio.

c) Clasificación Según La Clase Y Calidad

CLASE	I	II	III	IV	V
CALIDAD	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy Mala
PUNTUACIÓN	100_ 81	80_ 61	60_ 41	40_ 21	20_ 0

Figura 32: Clasificación según la clase y calidad.
Fuente: Análisis de resultados de laboratorio.

d) Índice RQD en función de la calidad de la roca

Índice de calidad RQD (%)	Calidad
0-25	Muy mala
25-50	Mala
50-75	Regular
75-90	Buena
90-100	Excelente

Figura 33: Índice de la calidad de RQD (%).
Fuente: Elaboración propia.

4.12. Vida Útil de la Cantera.

Para el cálculo de la vida útil se toma en cuenta la producción actual de la cantera El Milagro, esta información es proporcionado por la empresa.

TIPO DE MATERIAL	DÍAS LABORABLE/MES	CANTIDAD EXTRAÍDA POR DÍA (m ³ /Día)	PRODUCCIÓN POR MES (m ³ /Mes)	PRODUC ANUAL
Agregados	28	32	896	10752

Figura 34: Cálculo de producción proyectada.
Fuente: Elaboración Propia.

El volumen neto de mineral no metálico es 734286.928 m³, este dato sirve para calcular en años la vida útil de la cantera El Milagro. Dato proporcionado por la empresa.

VOLUMEN NETO (m ³)	PRODUCCIÓN ANUAL (m ³)	VIDA ÚTIL DE LA CANTERA (AÑOS)
734286.928	10752	68

Figura 35: Vida útil de la cantera.
Fuente: Elaboración Propia

68 años de vida útil es variable con el tiempo, si la producción disminuye o aumenta.

4.13. Estudios de Mercado.

El estudio de mercado se basa en el conocimiento de toda la información y su análisis que una empresa hace para determinar su ubicación dentro del negocio comparado con sus competidores, esto se realiza para plantear estrategias de negocio y así aumentar la eficiencia y ser competitivos en el mercado. En la cantera el Milagro, se produce roca triturada ½", ¾" y confitillo. los costos han sido clasificados por costos fijos, que son considerados independientes a la producción como el derecho de vigencia, pagos al personal, etc. Y como costos variables que son convenientes en la producción, así como el combustible, el mantenimiento de la maquinaria, etc. La jornada de trabajo está considerada por 28 días calendarios.

En los costos fijos se ha considerado a gerente, ayudantes, operadores de maquinaria, guardianes, quienes tendrán la responsabilidad de la producción de los agregados.

CHANCADORA REXON 17405		
N°	PAGOS	S/ MES
1	GERENTE GENERAL	S/800.00
2	OPERADOR	S/1,200.00
3	PEÓN 1	S/1,040.00
4	PEÓN 2	S/1,040.00
5	PEÓN 3	S/1,040.00
6	PEÓN 4	S/1,040.00
7	CUIDADOR	S/600.00
TOTAL		S/ 6,760.00

Figura 36: Personal chancador.

Fuente: Elaboración propia.

Pagos por derecho de vigencia de concesión:

DERECHO DE VIGENCIA		
N°	CANTERA	S/MES
1	VIGENCIA	S/93.50

Figura 37: Costo derecho de vigencia.

Fuente: Elaboración propia.

En los aspectos a considerar para no tener impases en la producción se está considerando el equipo de protección personal a cada uno de los trabajadores, considerándose los gastos como se muestra en la tabla 26.

HERRAMIENTAS Y EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL						
N°	ÍTEM	CANTIDAD	RENOVAR ANUAL	COSTO UNITARIO	COSTO/AÑO	
1	PALANAS	5	1	S/	38.00	S/190.00
2	CARRETILLAS	3	1	S/	130.00	S/390.00
3	PICOTAS	3	1	S/	35.00	S/105.00
4	BARRETAS	5	1	S/	60.00	S/300.00
5	MASCARILLA	11	6	S/	4.00	S/44.00
6	COMBAS 12 lb	3	2	S/	35.00	S/105.00
7	COMBAS 3 lb	3	2	S/	20.00	S/60.00
8	LENTES	11	3	S/	5.00	S/55.00
9	CASCOS	11	1	S/	7.00	S/77.00
10	BOTAS O ZAPATOS	11	2	S/	36.00	S/396.00
11	GUANTES DE LONA	11	6	S/	5.00	S/55.00
TOTAL					S/	1,777.00

Figura 38: Costo de herramientas de y EPP.
Fuente: Elaboración propia.

Los costos variables en la cantera El Milagro se considera los siguientes aspectos:

- Energía eléctrica para usos administrativos y seguridad para guardianes:

ENERGÍA ELÉCTRICA		
N°	DESCRIPCIÓN	S/ MES
1	ENERGÍA ELÉCTRICA	S/40.00
TOTAL		S/40.00

Figura 39: Costo por energía eléctrica.
Fuente: Elaboración propia.

- En Otro costo variable ha sido considerado el combustible:

PETRÓLEO POR CHANCADORA				
N°	ÍTEM	GAL/DÍA	S/ DÍA	S/ MES
1	PETROLEO CHANCADORA 17405	17	S/ 220.00	S/ 6,160.00
2	PETROLEO CHANCADORA 17421	17	S/ 220.00	S/ 6,160.00
TOTAL			S/ 440.00	S/ 12,320.00

Figura 40: Costo por petróleo.

Fuente: Elaboración propia.

Anualmente se está considerando dar mantenimiento y renovación de equipos por lo que se ha considerado lo siguiente en la tabla 27:

MANTENIMIENTO						
N°	ÍTEM	CANTIDAD	RENOVAR POR AÑO	COSTO UNITARIO	COSTO POR AÑO	COSTO POR MES
1	FAJA DE MOTOR	4	12	S/ 25.00	S/ 1,200.00	S/ 100.00
2	CAMBIO DE ACEITE	4	12	S/ 17.00	S/ 816.00	S/ 68.00
TOTAL						S/ 168.00

Figura 41: Costo por mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla especificamos los costos fijos y variables para la chancadora:

RESUMEN DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES CHANCADORA REXON 17405	
COSTOS FIJOS	S/MES
REMUNERACIONES	S/ 6 470.00
DERECHO DE VIGENCIA	S/ 41.25
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	S/ 122.83
TOTAL COSTOS FIJOS	S/ 8630.50
COSTO VARIABLES	
ENERGÍA ELÉCTRICA	S/ 40.0
PETRÓLEO	S/ 6 160.00
MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	S/ 168.00
TOTAL COSTOS VARIABLES	S/ 6368.00

Figura 42: Resumen de costos variables y costos fijos de chancadora 17405

Fuente: Elaboración propia.

La variación de la producción de agregado se diferencia de que la chancadora 17405 produce 12 m³ de piedra chancada 1/2" y 4 m³ de confitillo, en cuanto a la chancadora 17421 produce 10 m³ de piedra chancada 3/4" y 6 m³ de confitillo, ambos diariamente.

COSTOS DE PRODUCCIÓN						
DESCRIPCIÓN		S/ MES		S/ DÍA		S/ HORA
REXON 17405	S/	17,261	S/	616.45	S/	77.05
REXON 17421	S/	17,261	S/	616.45	S/	77.05

Figura 43: Costos de producción en las chancadoras.
Fuente: Elaboración propia.

El metro cubico de material será igual a cociente entre costo soles hora de producción y la cantidad de material que produce cada una de las chancadoras, se está evaluando para la producción de piedra chancada 1/2", 3/4" y confitillo.

Ecuación 1. Fórmula para calcular el costo de producción.

$$\text{Costo de producción} = \frac{\left(\frac{S}{\text{Hora}}\right) / (\text{Total material producido})}{m^3/\text{Hora}}$$

La Chancadora 17405, que produce el material por día de piedra chancada 1/2" es de 12 m³.

COSTO DE PRODUCCIÓN 1 m ³ DE AGREGADO CHANCADORA 17405					
AGREGADO	m ³ /Hora	%	(S/Hora) / (Total material)		S/m ³
PIEDRA CHANCADA 1/2"	1.20	74.00%	S/	29.51	S/ 24.59
CONFITILLO	0.50	28.00%	S/	29.51	S/ 59.02
TOTAL	1.70				

Figura 44: Costo 1 m³ de agregado en la Chancadora 17405.
Fuente: Elaboración propia.

La Chancadora 17421, que produce el material por día de piedra chancada 3/4" es de 10 m³ y confitillo de 6 m³.

COSTO DE PRODUCCIÓN 1 m³ DE AGREGADO CHANCADORA 17421					
AGREGADO	m³/Hora	%	(S/Hora) / (Total material)	S/m³	
PIEDRA CHANCADA ¾"	1.22	61.90%	S/ 29.51	S/ 24.18	
CONFITILLO	0.74	36.90%	S/ 29.51	S/ 39.87	
TOTAL	1.96				

Figura 45: Costo 1 m³ de agregado en la Chancadora 17421
Fuente: Elaboración propia.

A los costos de producción calculados se deberá incrementar la utilidad por cada metro cubico, así como el IGV del 18%, que sería el precio de venta.

PRECIO DE VENTA 1 m³ DE MATERIAL PRODUCIDO	
REXON 17405	
MATERIAL	S/ m³
PIEDRA CHANCADA DE ½"	S/ 45.00
CONFITILLO	S/ 35.00
REXON 17421	
MATERIAL	S/ m³
PIEDRA CHANCADA DE ¾"	S/ 50.00
CONFITILLO	S/ 35.00

Figura 46: Precios de venta de los agregados.
Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre ingresos y egresos sería para analizar si hubo ganancia en la producción o reajustar algunos costos mensuales con el fin de obtener ganancias, en la tabla 31 presentamos el flujo de caja para la cantera el Milagro.

CONCEPTO	AÑOS			
	1	2	3	4
Ingresos				
Ingresos por ventas	S/383,760.00	S/383,760.00	S/383,760.00	S/383,760.00
Total de ingresos	S/383,789.00	S/383,789.00	S/383,789.00	S/383,789.00
Egresos				
Costo fijo	S/174,891.00	S/174,891.00	S/174,891.00	S/174,891.00
Costo variable	S/133,126.00	S/133,126.00	S/133,126.00	S/133,126.00
Total de egresos	S/308,017.00	S/308,017.00	S/308,017.00	S/308,017.00
Flujo de caja	S/75,772.00	S/75,772.00	S/75,772.00	S/75,772.00

Figura 47: Flujo de caja de la cantera.
Fuente: Elaboración propia.

El periodo de recuperación, así como también llamado *playback* nos permite calcular el periodo de recuperación de nuestra inversión inicial.

	0	1	2	3	4	5
FLUJO CAJA	-S/ 308,017.00	S/ 75,772.00	S/ 75,772.00	S/ 75,772.00	S/ 75,772.00	S/ 75,772.00
FLUJO CAJA NETO	-S/308,017.00	-S/232,245.00	-S/156,473.00	-S/80,701.00	-S/4,929.00	S/70,843.00

Figura 48: Flujo de caja y flujo de caja neto.
Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el *Payback*:

Ecuación 2. Fórmula para calcular el *Payback*.

$$PAYBACK = \left[\text{Periodo último con flujo acumulado negativo} \right] + \left[\frac{\text{Valor absoluto del último flujo acumulado negativo}}{\text{Valor del flujo de caja en el siguiente periodo}} \right]$$

$$PAYBACK = [4] + \left[\frac{|-4,929.00|}{70,843.00} \right]$$

$$PAYBACK = 4.06 \text{ años}$$

El payback es de 4.06 años, esto significa que durante este periodo se logrará recuperar los S/308,017.00 de inversión, con esto podemos demostrar que los riesgos reducen al mínimo y podemos asegurar un flujo de caja rentable y positivo.

Precios de los agregados en la actualidad: Sabemos que hoy en día la venta de agregados son muy importantes ya que se necesita para variedad de proyectos y construcciones, al plantear y lograr una buena estabilidad en la explotación de agregados tendremos más ingresos a nivel económico y mejor seguridad al momento de trabajar.

El precio de los agregados varia al ser vendido ya que se tiene en cuenta si será puesto en obra o será llevado de la misma cantera, a continuación, detallamos el precio.

Tabla 5: Precio de los agregados

PRECIO DE AGREGADOS				
AGREGADOS	PRECIO POR CUBO (S/.)	PUESTO EN OBRA POR CUBO (S/.)	POR VOLQUETADA (15 m3) (S/.)	POR VOLQUETADA (15 m3) PUESTO EN OBRA (S/.)
HORMIGÓN	30	35	450	525
ARENA FINA	50	55	750	825
ARENA GRUESA	45	50	675	750
CONFITILLO	78	82	1170	1230

Fuente: Elaboración propia.

4.14. Método de Explotación.

Respecto al método de explotación para el material dentro de la Cantera El Milagro va a ser por el método a cielo abierto debido a que el material de interés se encuentra en la superficie y se profundiza. Además, para la extracción de los agregados se diseñarán bancos superficiales.

Respecto al diseño de voladura con máximo desplazamiento, este permitirá que un porcentaje del material pueda caer en la plataforma de carguío directamente y el remanente quedará en el banco, dicho remanente será empujado por una excavadora hacia la plataforma de carguío. En de la plataforma se llevará a cabo el proceso de carguío con ayuda de la maquinaria la cual acarreará el material a la zona de acopio a una distancia de 1 kilómetro aproximadamente.

a) Diseño de Tajo:

El diseño del tajo estará realizado en base a todos los parámetros calculados anteriormente y presentará una distribución de tal manera que permita una seguridad y evitar deslizamiento de taludes.

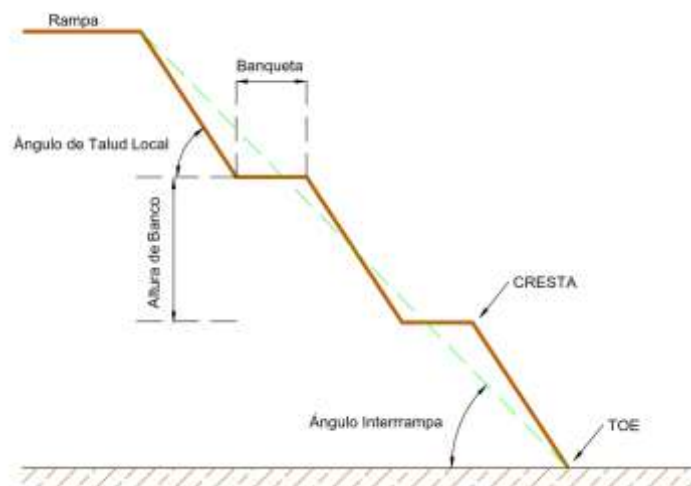


Figura 49: Partes de una sección de un talud.

Fuente: Elaboración propia.

NÚMERO DE BANCOS		
Altura según potencia de reservas para 2021		
Reservas Probadas		
Potencia del Yacimiento	m	25.0
Reservas Probables		
Potencia del Yacimiento	m	12.5
Total		37.5
Altura de banco		
Altura de banco	m	7
Altura total de yacimiento	m	37.5
N° de Bancos		5.3571429
	Total	5 Bancos

Figura 50: Determinación del número bancos.
Fuente: Elaboración propia.

Considerando una altura de 7 metros de altura de banco, se realizarán 5 bancos en el año 2021, siendo una variable dependiente del ritmo y cantidad de producción.

b) Altura de Banco (H):

La altura del banco está relacionado a las dimensiones del equipo que se empleará en la operación, siendo este una Excavadora CAT, modelo 345 LRE, con capacidad de altura máxima de corte de 14.875 metros, no obstante, debido a la producción diaria que contempla la mina solo se ha establecido 7 metros de altura del banco.

Tabla 28.
Determinación de la altura de banco.

ALTURA DE BANCO		
EXCAVADORA CAT		
	345	
MODELO	LRE	
CAPACIDAD DE CARGA	KG	5580
		0
ALTURA MAXIMA DE CORTE	M	14.875
Altura de banco		
Altura de banco	m	7

Figura 51: Determinación de la altura de banco.
Fuente: Elaboración propia.

c) Ancho de banqueta (w):

El ancho mínimo de banqueta viene dado por la fórmula:

$$w = 0.2 (H) + 4.6$$

Donde:

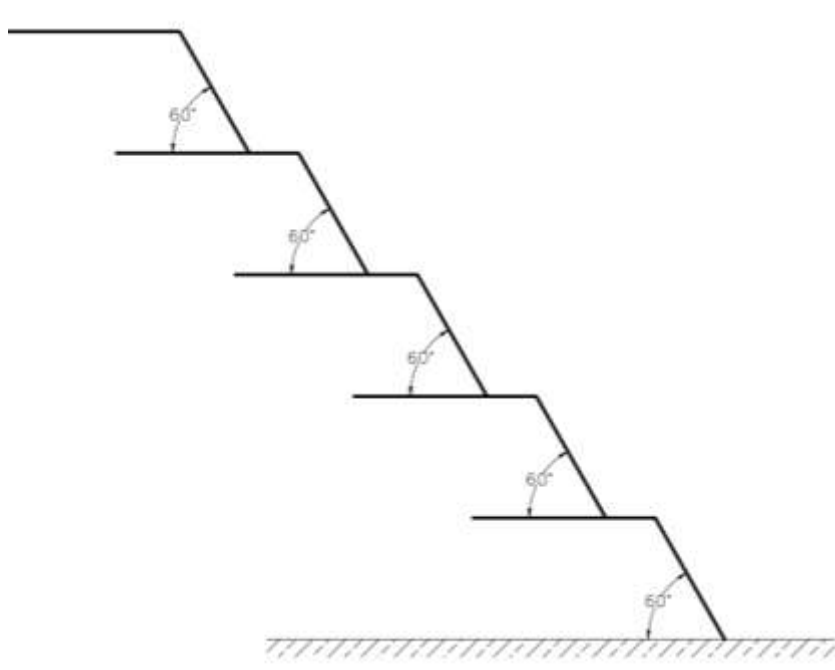
W: Ancho de banqueta (metros)

H: Altura de banco (metros)

Ancho de banqueta = 6 m

d) Ángulo de banco:

El ángulo de banco se determinó con los análisis en el programa SLIDE, considerando un ángulo de 60° para los bancos de la Cantera El Milagro.



*Figura 52: Sección transversal con ángulo de banco.
Fuente: Elaboración propia.*

e) Ángulo Interrampa:

Con los datos de ancho de banqueteta y la cantidad de taludes proyectados para el 2021 se obtiene un ángulo interrampa de 39°.

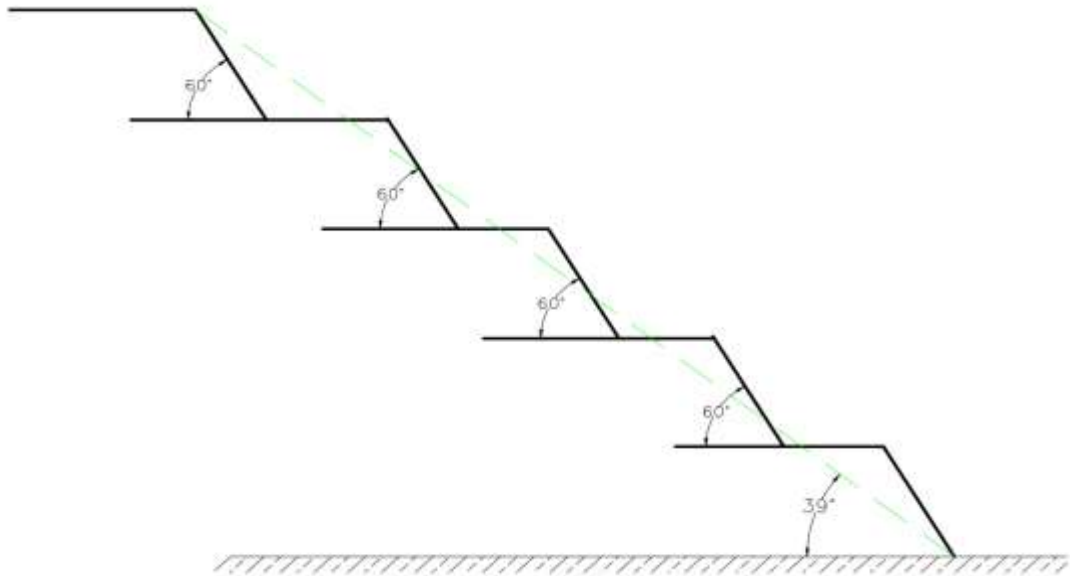


Figura 53: Sección transversal con ángulo interrampa.
Fuente: Elaboración propia.

f) Ancho de rampa:

El ancho de rampa es realizado a través de la siguiente fórmula, constituyendo uno de los parámetros con más importante siendo esta el condicionante para el transporte, y es una de las principales variables en la fórmula es el ancho máximo del vehículo más grande de la operación.

$$AP = a (0.5 + 1.5*n)$$

Donde:

AP: Ancho de pista (rampa)

a: Ancho del vehículo más grande

n: Número de carriles.

$$AP = 2.5(0.5+1.5*1)$$

$$AP = 5$$

Finalmente se propone explotar la cantera con los siguientes parámetros de explotación:

PARÁMETROS DE EXPLOTACIÓN	
Ángulo Inter-rampa	39°
Talud de banco	60°
Altura del banco	7 metros
Berma de seguridad	4.0 metros
Ancho de rampa	5.0 metros
Gradiente	10 – 12%

Figura 54: Parámetros de explotación.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 55: Extracción de Agregados in-situ.
Fuente: elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Evaluando los resultados trabajados y viendo la mejor estabilidad para realizar la explotación, analizaremos la discusión basándonos en los objetivos tanto específicos como el objetivo general.

Luego de estudiar y analizar la mejor estabilidad para la explotación de agregados podemos deducir que, basándonos en la geología estructural de la cantera El Milagro, está emplazada sobre un sistema de plegamientos (sinclinal - anticlinal) los cuales tienen una dirección de SE - NW y estructuralmente cuenta con fallas con dirección de NE-SW hasta E-W; cómo se tiene un análisis geológico de Nora Melissa, Cajamarca - Perú (2017), título "Geotécnico en los taludes de la carretera Choropampa - Magdalena" teniendo donde analizan el comportamiento de los factores Geológicos – Geotécnicos que intervienen en la inestabilidad de los taludes de la carretera, de los resultados se interpretó que los taludes se clasifican en inestables absolutos, estables relativos, inestables relativos, estables permanentes y estables temporales donde generalmente la causa de la inestabilidad de los taludes es por producido por factores desencadenantes de saturación y sismicidad.

En uno de los extremos, en este caso SE de la progresiva Km 162+000 - Km 167+000; se tienen estructuras bastante afectadas por el efecto de la Geotectónica, en este caso predomina anticlinal tumbado, sinclinal y anticlinal presentando fallas en varios tramos: normales, inversas con estratos en muchos casos verticales a subverticales de ángulos de 85° - 75° .

En la progresiva Km 162+100 se tiene una falla inversa con una brecha de 30 cm., el cual ha desplazado al bloque techo generando estrías de falla con una dirección 72° NW, pitch 15° y slickensides proyectando los planos de desplazamientos y traquelación. En la progresiva Km 163+400 estructuralmente está la Falla Regional La Colpa - Agocucho, Falla Regional por su gran espesor de brecha siendo de 3.5 m, con una data: Dip = 54° o y DD = 323° . Afectando en ambos flancos al paquete rocoso, sin embargo, la zona de estratificación más afectada por

plegamientos y micro plegamientos, es el flanco derecho, dando indicios de un gran esfuerzo geotectónico formando una estructura isoclinal en vertical en las areniscas y lutitas de la formación Chimú.

Adicionalmente, en la progresiva Km 164+550 existe una Falla Normal Regional que tiene un espesor de brecha de 1.25m., con un Dip = 72 y DD= 172; en dicho brechamiento se pudo observar una pequeña micro brecha según la matriz brechoza de traquelamiento de: fino anguloso a grueso; la cual presenta milonita en los flancos de la falla con indicios de la actividad de traquelamiento, concordando con la dirección del plano de desplazamiento. En la progresiva Km 165+250 - Km 166+000 se puede encontrar estructuras plegadas simultánea o sucesivamente que inician con un sinclinal y cuentan una orientación N245° - 46°NW además, con un flanco, a 20m. Una Falla inversa N255° - 84°SE que afectan al sinclinal y en el otro flanco del sinclinal de N212o y plunch 40° - 45° en ambos, flanco - anticlinal - sinclinal; los cuales presentan estratificaciones verticales que varían de 70° - 80°.

Analizando la densidad del material se sabrá si la cantera se encuentra estable para realizar una explotación de agregados, sabemos que la densidad relativa de la cantera es de un valor por normativa de 2.4. Sus resultados de laboratorio son de 2.405 y por ende está en un tipo de condición APTO, el único que tenemos como NO APTO es el ensayo equivalente a la arena del material; sabemos que el estudio de densidad se mide en la relación entre la masa y el volumen de un objeto que puede ser sólido o de una sustancia. Su unidad es de un metro cúbico (kg/m^3) en el sistema internacional, aunque frecuentemente también es expresada en g/cm^3 .

En los resultados del trabajo se pudo calcular que la cantera el milagro puede producir 10752 m³ al año trabajando 28 días al mes con una producción diaria de 32 m³ por día, como se sabe que se cuenta con un volumen total de 734286.928 m³, este dato sirve para calcular en años la vida útil de la cantera El Milagro su vida útil será de 68 años y es variable con el tiempo, si la producción disminuye o aumenta.

Al respecto dentro de nuestros antecedentes nacionales tenemos la investigación de de Taype Matamoros (2016), Huancayo - Perú, que con los resultados obtenidos cuentan con una reserva de 309 694.95 m³ y una explotación anual de 30 969.50 m³ pueden determinar que la vida útil de las reservas es de 10 años con un método de explotación a tajo abierto y con un sistema discontinuo que va a permitir y el procedimiento y la extracción correcta según el mercado. Ello es acorde con lo que en este estudio se halla.

Del mismo modo analizamos la investigación de Aguirre (2017), realizada en Arequipa – Perú donde determinamos la influencia que tienen sobre la estabilidad física de la presa de relaves N° 5, los cambios realizados en el diseño de ingeniería original y los parámetros de construcción, y para garantizar la estabilidad física del depósito de relaves es importante la estabilidad de la formación de una playa de almacenamiento pegada al talud aguas arriba del dique de contención y para evitar un posible desplazamiento del dique de contención manteniendo el borde libre de un metro como mínimo llegando a la conclusión que si guarda relación con nuestra investigación.

En el estudio de mercado se aprecia que tan viable es el proyecto esto se realiza para plantear estrategias de negocio y así aumentar la eficiencia y ser competitivos en el mercado, considerando los costos de los agregados como el hormigón 35 soles el m³, arena fina a 50 soles el m³, la arena gruesa a 45 soles el m³.

Los costos fijos que son considerados independientes en la producción como las remuneraciones al personal, derecho de vigencia y entre otros y como costos variables que son convenientes en la producción, así como mantenimiento de maquinaria, el combustible (petróleo) entre otros. Estos resultados guardan relación con la investigación de Taype Matamoros, Edgar Abel, Huancayo - Perú (2016) donde estos investigadores hacen referencia de los precios de los agregados con 53 soles por m³ de hormigón, 92.9 soles em m³ de arena fina, 70 soles el m³ de arena gruesa y 62 soles el m³ por piedra chancada.

Por último, analizaremos cual es el mejor método de explotación la cual será a cielo abierto debido a que el material de interés se encuentra en la superficie y se profundiza. Además, para la extracción de los agregados se diseñarán bancos superficiales, como vemos se analizará el diseño del tajo, calculando 7 metros de altura de banco y un ancho de banqueteta de 6 metros donde se realizarán 5 bancos en el año 2021 siendo una variable dependiente del ritmo y cantidad de producción en los parámetros de la explotación determinados en base al estudio de estabilidad de taludes realizados. Se puede precisar la investigación de Torres (2017) donde plantea la explotación de la cantera El Churo iniciando en el nivel 2243.5 m.s.n.m. ingresando con un acceso realizados con una labor denominada trincheras capitales que tiene como fin llegar hasta el nivel 2199 m.s.n.m. con un ancho de plataforma de 15 metros para facilitar la movilización de la maquinaria, el talud tendrá un ángulo de 63° con una altura de bancos de 6 metros.

VI. CONCLUSIONES

1. De los estudios realizados se presentan formaciones geológicas con secuencias estratigráficas de areniscas, cuarcitas, lutitas calcáreas, calizas nodulares de color grisáceo claro hasta tonos más oscuros; variaciones de calizas arenosas y margas gris oscuras, de las cuales todas se encuentran en forma de estratos intercalados, yendo desde estratos muy delgados hasta estratos con mucha potencia, de la que se obtendrá los diferentes tipos de agregados con el método de explotación a cielo abierto a través de bancos de forma descendente, para garantizar una estabilidad que garantice seguridad a la empresa.
2. Para garantizar la estabilidad de taludes en la explotación de agregados de la cantera se plantea realizar una berma de seguridad de 4 metros con un ángulo de interrampa de 39° de tal manera que el diseño garantice la estabilidad adecuada de los bancos y por ende la productividad de la cantera.
3. La altura de banco es un factor muy importante para la estabilidad de taludes por lo que se plantea una altura de 7 metros con un talud de 60° en función a la excavadora CAT modelo 345 LRE con la que se hará los trabajos de banqueteo.
4. Se tendrá una rampa de 5 metros siendo esta unos de los parámetros más importantes ya que es la condicional de transporte con la cual se busca tener un espacio suficiente para la movilización de los vehículos de transporte de material.
5. Para aumentar los factores de seguridad se plantea utilizar una gradiente de 10° a 12° de tal manera que los vehículos estén más seguros para desarrollar la labor de transporte.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de mayor profundidad usando equipos de sondaje de tal manera que se pueda obtener datos con mayor precisión para su análisis e interpretación para beneficio del proyecto.
2. Se recomienda hacer un control de aguas subterráneas y superficiales ya que estas son un factor desfavorable para la estabilidad, teniendo en cuenta las épocas de lluvia.
3. Se recomienda hacer una inversión mayor en estudios geomecánicos de los taludes y rocas para obtener datos más precisos y fiables ya que en esta investigación no se contó con la inversión necesaria.
4. Para dar una solución a la inestabilidad de taludes se recomienda realizar taludes de 7 metros de altura con un ángulo de 60° en cada banco y 39° de interrampa.
5. Se recomienda tener en cuenta los 5 metros de ancho de rampa y los 4 metros de berma de seguridad planteados en esa investigación, así como la gradiente de 10% - 12%.

REFERENCIAS

1. ABCdesevilla. (2019). Accidente por deslizamiento de talud.
Disponible en: https://sevilla.abc.es/provincia/sevi-sevilla-derrumbe-mina-cobre-cruces-deja-sepultadas-varias-maquinas-201901231138_noticia.html
2. Aguirre, R. (2017). Análisis de la Estabilidad Física del Depósito de Relaves
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2538/GIagrare.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Angeles, F. (2014). Que es la geología. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf>
4. Argos, (2018). Los Agregados.
Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/191qu233-son-los-agregados>
5. Arauco, (2016). Concepto de deslizamientos.
Disponible en: <https://www.arauco.cl/chile/wp-content/uploads/sites/14/2017/07/11-Deslizamientos-de-Suelos-Avalancha-o-Derrumbe-PE78-v4-07-2016.pdf>
6. Arteaga, N. (2017). “Análisis Geológico - Geotécnico En Los Taludes De La Carretera Choropampa – Magdalena. De la Universidad Nacional de Cajamarca”.
Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1668/AN%C3%81LISIS%20GEOL%C3%93GICO-GEOT%C3%89CNICO%20EN%20LOS%20TALUDES%20DE%20LA%20C>

ARRETERA%20CHOROPAMPA-MAGDALENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

7. Balasto, (2016). Que son las gravas.
Disponible en: <https://diccionarqui.com/diccionario/grava/>
8. Bazan, J. y Hoyos, A. (2017). Estudio de estabilidad física en taludes.
Disponible en: <https://es.slideshare.net/jonasd1312/estudio-abra-el-gaviln-cajamarca>
9. Borja, F. (2017). Diseño Técnico De Explotación De La Cantera. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10737/1/T-UCE-0012-39.pdf>
10. Catanzariti, F. (2016). Estabilidad de taludes ya sea natural o taludes modificados. Disponible en: <https://www.geostru.eu/es/estabilidad-de-taludes/>
11. Cemex, (2015). Agregados. Disponible en: <https://www.cemexpanama.com/productos/agregados>
12. Conimex, (2014) Diversidad de los agregados. Recuperados de <https://conimex.jimdo.com/about-us/agregados/>
13. Cordova, D. (2016). Introducción a la geomecánica.
Disponible en: <https://mineria-in.weebly.com/introduccioacuten.html>
14. Cuenca, E. (2015). Diseño De Explotación De Las Calizas. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9460/TESIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1>
15. Cueva, (2018). Que son los taludes.

Disponible en: <https://www.ingecivil.net/2018/02/02/partes-de-un-talud-componentes/>

16. CulturaRecreacion, (2016) Definicion de arenas. Disponible en: <https://www.culturarecreacionydeporte.gov.co/es/bogotanitos/biodiverciudad/la-arena>
17. Edafología, (2017). Figura de la porocidad de agregados. Disponible en: <http://edafologia.ugr.es/micgraf/media/agreg10.gif>
18. Estela, R. y Ramos, J. (2018). Propuesta Para La Estabilidad Física De La Mina Paredones. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14091/Estela%20Asto%20Rosa%20Alexandra%20-%20Ramos%20Paredes%20Jonathan%20Alexander.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. García, D. (2015). Propuesta De Un Nuevo Diseño Para Incrementar La Producción. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9460/TESIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1>
20. Gobierno Regional de Cajamarca (2012). Cuadro estratigráfico de la región Cajamarca: https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/M6_Geologico.pdf
21. Google Mapas. (2021). Ubicación de la cantera: <https://www.google.com.pe/maps/@-7.1836409,-78.4947092,14.5z?hl=es-419>

22. INDECI. (2019). Accidente por deslizamiento de talud en el departamento de La Libertad. Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/derrumbe-en-minera-artesanal-ocasiona-danos-a-la-vida-y-salud-en-la-libertad/>
23. Krlosco, (2014). Estabilidades de taludes. Disponible en: <https://estabilidad-de-taludes7.webnode.es/news/estabilidad-de-taludes-/>
24. Llanos, R. (2014). Propiedades físicas de los agregados. Disponible en: <https://es.slideshare.net/llanosquerrero/propiedades-de-los-agregados-31228684>
25. Mendoza, J. (2016). Análisis De Estabilidad De Taludes En La Mina Antapaccay. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7614/MENDOZA_JOEL_ESTABILIDAD_TALUDES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
26. Moonilall, N. (2019) Los agregados. <https://soilsmatter.wordpress.com/2019/07/15/what-are-soil-aggregates/>
27. Oliva, G. (2015). Estabilidad de taludes y laderas. Disponible en: https://www.academia.edu/12465089/ESTABILIDAD_DE_TALUDES_Y_LADERAS._AN%C3%81LISIS_CUANTITATIVO_Y_CUALITATIVO
28. Ponce, E. (2017). Agregados naturales. Disponible en: <https://www.studocu.com/en/document/universidad-autonoma-del-estado-de-morelos/materiales-de-construccion-naturales/other/1-tipos-de-agregados/3165691/view>
29. Retto, O. (2017). Estabilidad de bancos en la minería. Disponible en: <https://www.convencionminera.com/perumin32/doc/conferencias/tecnologia/oretto-tt.pdf>

30. Ríos, C. (2018). Las rocas metamórficas. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/390044548/clasificacion-de-los-agregados-igneas-sedimentarias-y-metamorficas>
31. Ruiz, H. (2017). Densidad de agregados. Disponible en: <https://es.slideshare.net/FabianRuiz5/agregados-71146768>
32. Sanchez, D. (2015). Granulometría y sus fundamentos. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&pg=PA72&lpq=PA72&dq=La+granulometr%C3%ADa+est%C3%A1+definida+como+la+distribuci%C3%B3n+de+tama%C3%B1os+de+las+part%C3%ADculas+que+constituyen+una+masa+de+agregados&source=bl&ots=gYH-GnqUDm&sig=ACfU3U0q3lg1LneN1g8TGHOOpQ0e5bMQaXg&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjykoW5rbPiAhW7lbkGHY9HCj8Q6AEwBHoECAkQAQ#v=onepage&q&f=false>
33. Senamhi – Estación San Juan - Cajamarca (2015). Cuadro de precipitaciones y temperatura cerca de la cantera El Milagro: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>
34. Silva, O. (2015). Agregados manufacturados y agregados mixtos <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/tipos-de-agregados-y-su-influencia-en-mezcla-de-concreto>
35. Suarez Díaz, J. (2011). Deslizamientos. Análisis Geotécnico. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2013000100003

36. Scribd, (2014). Clasificación de agregados según su tamaño. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/30870317/Generalidades-y-Materiales-Agregados>
37. Sgm, (2017). Los yacimientos. Disponible en: https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Yacimientos-minerales.html
38. Skempton, A. W. (1964) Estudio de estabilidad de taludes. http://intranet2.minem.gob.pe/web/archivos/dgaam/estudios/pic_hita/Texto_taludes.pdf
39. Taype, E. (2016). Diseño de Explotación de Cantera para Agregados. Disponible en: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4107/Taype%20Mata_moro.pdf?sequence=1&isAllowed=y
40. Valiente, Sobrecases y Díaz (2015). Que es la estabilidad. Disponible en: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/civilizate/article/download/16157/16579>
41. Vasquez, M. y Ramos, C. (2018). Cálculo De Reservas De La Cantera De Arena Cachachi. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13086/V%c3%a1squez%20M%c3%a1rquez%20Miguel%20%c3%81ngel%20-%20Ramos%20Zamora%20Cinthia%20Marilyn.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
42. Venemedia, (2019). Concepto de minería. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/mineria/>

43. Villalobos, S. (2017). Analisis de estabilidad de taludes. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000100005

44. Vizcardo y Trinidad, (2014). Que son los agregados. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ludwigtrinidad/agregados-para-la-construccion>

45. 360 En Concreto. (2019). los agregados. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/usos-beneficios-y-recomendaciones-del-manejo-de-los-agregados>

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de Matriz Operacional.

MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
ESTABILIDAD FÍSICA	(Villalobos, 2017) - La estabilidad es la seguridad de un talud de masa que puede ser desmonte, tierra o mineral que resiste al movimiento o a las fallas y la preponderancia de las acciones gravitatorias condicionales, sobre todo, la definición de seguridad frente a rotura. Estabilidad es la seguridad estructural que presenta resistencia al derrumbe o deslizamiento ocasionado por movimientos de la tierra o filtraciones de agua, sobrecargas, parámetros geomorfológicos, presencia de grietas de tensión, filtraciones de agua, geometría del talud y todos los agentes externos que pueden influir en el equilibrio de la estructura.	Sabemos que la estabilidad de taludes estudia la inestabilidad presentada posiblemente en el área o la estabilidad que tiene un talud al momento que realizamos un proyecto o llevamos a cabo una obra de construcción.	Viendo el propósito de investigación, naturaleza de los problemas y objetivos formulados en el trabajo nos damos cuenta que este estudio reúne las condiciones suficientes para ser calificado como una investigación APLICADA	<ul style="list-style-type: none"> • Relación estructura – ladera • Pendiente topográfica • Vegetación
EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS	Argos, (2018)- Es la explotación de cualquier mineral no metálico que puede ser grava, roca triturada o arena ya sea procesado o en su forma natural. Son minerales comunes, resultados de diferentes fuerzas erosivas expuestas a la intemperie de las cuales son generalmente ubicadas en ríos y valles, los agregados son materiales inertes de forma granular.	La grava arena o roca triturada componen a los agregados y estos a la vez en su forma natural son los resultados de las fuerzas erosivas de los elementos de agua y viento.	Viendo el propósito de investigación, naturaleza de los problemas y objetivos formulados en el trabajo nos damos cuenta que este estudio reúne las condiciones suficientes para ser calificado como una investigación APLICADA	<ul style="list-style-type: none"> • Agregados • Minerales • Vegetación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA – TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN: “Estabilidad física para la explotación de agregados en la empresa minera no metálica El Milagro - Cajamarca 2021”

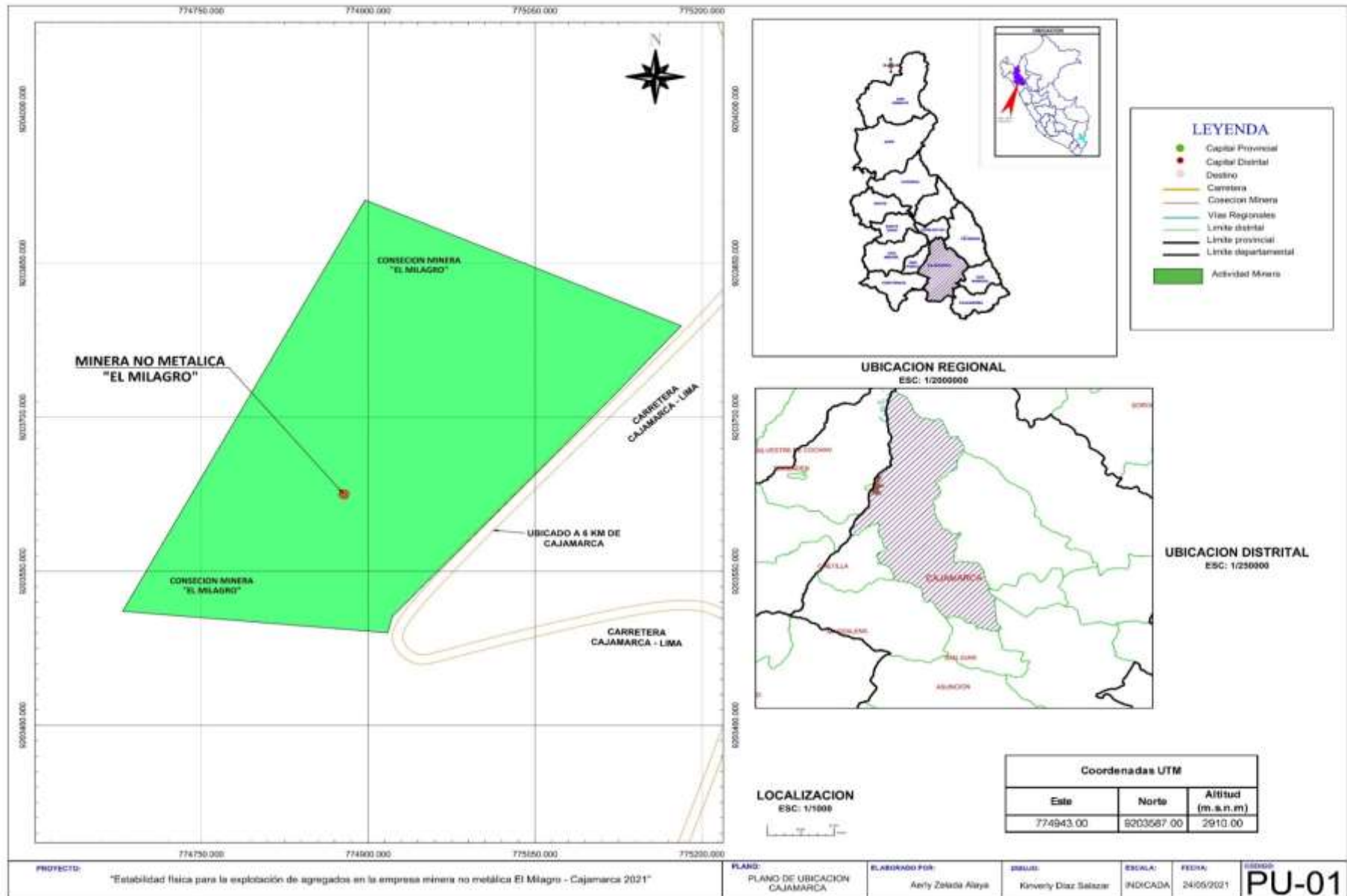
AUTOR:

Díaz Salazar Mary, Kinverly (ORCID: 0000-0003-1501-8564)

Zelada Alaya, Aeryl (ORCID: 0000-0001-5464-9911)

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuáles son las características geotécnicas para la estabilidad física con el fin de explotar agregados en la empresa minera no metálica El Milagro – Cajamarca 2021?	<p>GENERAL Plantear la estabilidad física para la explotación de agregados en la empresa minera no metálica el Milagro Cajamarca – 2021</p> <p>ESPECÍFICOS - Realizar el plan de estabilidad física para la explotación de agregados en la empresa minera no metálica El Milagro Cajamarca - 2021. - Analizar los parámetros geotécnicos para mantener la estabilidad física en la explotación de agregados en la empresa minera no metálica El Milagro Cajamarca - 2021. - Zonificar las zonas de riesgos dentro del área de explotación de agregados de la empresa minera no metálica el Milagro Cajamarca – 2021. - Plantear un método de explotación que garantice la estabilidad física en la explotación de agregados en la empresa minera no metálica El Milagro Cajamarca – 2021</p>	<p>GENERAL Teniendo el plan de estabilidad física adecuado se podrá realizar la explotación de agregados en la empresa minera no metálica el Milagro.</p> <p>SECUNDARIAS - Si se conocen los parámetros geotécnicos se logrará plantear una estabilidad física en la empresa minera no metálica el milagro. - Es posible zonificar los lugares inestables si se tiene un estudio de estabilidad física en la explotación de agregados de la empresa minera el Milagro. - Si se tiene un plan de estabilidad física adecuado es posible realizar operaciones seguras. - Al plantear un método de explotación se garantizará la extracción de agregados de madera adecuada en la empresa minera no metálica el milagro.</p>	<p>VD: ESTABILIDAD FÍSICA</p> <p>VI: EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS</p>	El tipo de investigación será Básica - Descriptiva, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), señala que, de una investigación de tipo Básica - Descriptiva, establece una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar causas ni consecuencias de éste. (p.152).	La población está conformada por la cantera de producción de agregados de la empresa Minera el Milagro.	Para las técnicas se considera el análisis documental y la recopilación de información de conocimientos previos y antecedentes de observación directa, para detectar lugares inestables y proponer la estabilidad física y como instrumentos se tendrá la ficha de muestreo geomecánicos.	Hurtado (2005), define que el método analítico es la realidad dividida en diferentes variables o factores para ser estudiada y analizada con fórmulas estadísticas para analizar las causas, partes y naturaleza de los efectos y así conocer más el propósito del estudio para poder exponer y comprender su comportamiento y cuantificar su producción.
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				No experimental, En nuestra investigación se buscará determinar las características geomecánicas para plantear una estabilidad física que nos garantice una explotación de agregados sustentable y saludable.	Taludes de extracción de la cantera de la empresa minera no metálica El Milagro.	Observación directa	

Anexo 3: Plano topográfico de la Minera No Metálica El Milagro



Anexo 4: Carta de Autorización.

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

CARTA DE AUTORIZACIÓN: USO DE DATOS DE EMPRESA CON FINES DE INVESTIGACIÓN.

Yo, Fernando Ramos Julca, identificado con N° DNI 26851345, en calidad de representante de la Cantera El Milagro, autorizo utilizar los datos de la empresa para ser desarrollada la tesis titulada "ESTABILIDAD FÍSICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS EN LA EMPRESA MINERA NO METÁLICA EL MILAGRO - CAJAMARCA 2021", de los investigadores Mary Kinverly Díaz Salazar, identificado con N° DNI. 47726458 y Aerly Zelada Alaya, identificado con N° DNI 46526606, para que hagan uso de la misma con fin de investigación.

Cajamarca, 20 de mayo de 2021.

Atentamente.



Fernando Ramos Julca
N° DNI 26851345