



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
DE MINAS**

**Optimización de procesos para la explotación de agregados de la  
cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos, Cajamarca**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero de Minas**

**AUTORES:**

Hernandez Zambrano, Alex Enrique (ORCID: 0000-0002-9994-7522)

Sanchez Maldonado, Jhon Lenon (ORCID: 0000-0003-0219-5481)

**ASESORES:**

Mg. Flores Arrasco Janyna (ORCID: 0000- 0002- 3017- 4779)

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Evaluación  
de Yacimientos Minerales

**CHICLAYO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedicamos a todos aquellos que luchan por salir adelante y al mismo tiempo luchan por sacar adelante a su familia, en especial a nuestros padres y nuestros hijos

**Los autores.**

## **Agradecimiento**

Agradecemos a cada uno de nuestros docentes que con sus sabias enseñanzas lograron forjar en nosotros conocimientos y valores.

**Los autores.**

## Índice de Contenidos

<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimiento</b> .....	<b>iii</b>
Índice de Contenidos .....	iv
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>10</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población y muestra.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos. ....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos .....	14
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	<b>61</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>65</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>66</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	

## Índice de tablas

Tabla 1 Ubicación de la zona de estudio.....	36
Tabla 2 Carreteras a San Marcos. ....	17
Tabla 3 Temperaturas promedio en la zona de estudio.....	40
Tabla 4 Factores iniciales.....	53
Tabla 5 Información inicial.....	54
Tabla 6 Ubicación de reservas de la cantera.....	56
Tabla 7 Producción en el 2021.....	56
Tabla 8 Análisis de discontinuidades. ....	45
Tabla 9 Factores de seguridad de la Falla planar.....	46
Tabla 10 Factores de seguridad de la Falla por cuña.....	46
Tabla 11 Resumen de Calendario de Trabajo.....	66
Tabla 12 Costo unitario de excavadora.....	68
Tabla 13 Costo unitario de Volquete.....	69
Tabla 14 Edificación de servicios.....	70
Tabla 15 Costo mano de obra.....	70
Tabla 16 Costo personal administrativo.....	71
Tabla 17 m <sup>3</sup> de agregados consumidos de la Cantera Huayobamba (Aprox.) últimos 3 años.....	71
Tabla 18 cantidad de áridos total vendidos de la cantera Huayobamba.....	72
Tabla 19 Producción Estimada por Hora de acuerdo al producto al 90% de eficiencia.....	72
Tabla 20 Producción estimada por producto al año al 90% de eficiencia.....	73
Tabla 21 Resumen características de las excavadoras.....	74
Tabla 22 Ponderación máquinas de extracción.....	74
Tabla 23 Resumen de las características de los camiones tolvas.....	75
Tabla 24 Resumen de las ponderaciones ....	75
Tabla 25 Ingresos por Arena fina.....	76
Tabla 26 Ingresos por Arena gruesa.....	76
Tabla 27 ciclo de transporte.....	76
Tabla 28 Propiedades mecánicas arena gruesa.....	77
Tabla 29 Propiedades mecánicas arena fina.....	78
Tabla 30 Comparación de parámetros.....	78

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.....	35
Figura 2. Ubicación de la zona de estudio.....	36
Figura 3. Accesibilidad a la zona de estudio. ....	37
Figura 4. Planificación de trabajo. ....	38
Figura 5. Humedad en la zona de estudio.....	21
Figura 6. Presencia de cadenas montañosas en las partes altas.....	42
Figura 7. Presencia de superficies de erosión.....	42
Figura 8. Valle juvenil en forma de V.....	43
Figura 9. Ríos presentes en la zona de estudio. ....	44
Figura 10. Valle juvenil en forma de V.....	44
Figura 11. Formación Farrat.....	45
Figura 12. Fuerzas estructurales en la zona de estudio. ....	27
Figura 13. Diaclasamiento del macizo rocoso en la zona de estudio.....	46
Figura 14. Columna estratigráfica en la zona de estudio. ....	48
Figura 15. Cantera Huayobamba. ....	49
Figura 16. Bancos revegetados para recuperar el suelo de la erosión. ....	<b>50</b>
Figura 17. Diseño de explotación de la cantera.....	50
Figura 18. Diseño de taludes de la cantera.....	57
Figura 19: Factor de seguridad es 1.47.....	59
Figura 20: Factor de seguridad es 1.44.....	40
Figura 21: Factor de seguridad es 1.5.....	60
Figura 22:Fracturas planares. ....	<b>41</b>
Figura 23: Concentraciones Fisher de las discontinuidades planares. ....	<b>42</b>
Figura 24: Fractura tipo cuña. ....	43
Figura 25: Concentraciones Fisher de las discontinuidades tipo cuña. ....	43
Figura 26: Cuña de fractura resultado de la aplicación del software GEO5 v16 Demo. ....	44
Figura 27: Fractura por volteo. ....	44
Figura 28. Producción antes del diseño. ....	79

## RESUMEN

Llevar a cabo una optimización en los procesos de mejora para la explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos- Cajamarca. Las zonas de interés para la explotación de agregados son los afloramientos de la formación geológica Farrat dentro del área delimitada. Se hizo uso del método de los perfiles en la estimación de reservas de agregados. El área total calculado con el método de perfiles es 552 m<sup>2</sup>, el espeso promedio de la excavación es: 20 m. Por lo tanto, el volumen aproximado es 11 040 m<sup>3</sup>, de material extraído. Los procesos geomorfológicos fueron por fuerzas externas y por fuerzas endógenas. De la cantera en estudio se va a extraer agregado fino y grueso, siendo denominado comúnmente como agregado de cerro, para explotarlo se va a emplear la explotación por banqueo, utilizando una excavadora, cargador y volquetes. Los impactos que pueden generar la explotación de agregados son positivos y negativos; dentro de los positivos se encuentra la generación de empleo y dentro de los negativos se encuentran el cambio paisajístico, generación de gases y polvo.

**Palabras clave:** Cálculo de reservas, agregados, método de explotación.

## ABSTRACT

Carry out an optimization in the improvement processes for the exploitation of aggregates from the Huayobamba quarry, in the province of San Marcos-Cajamarca. The areas of interest for the exploitation of aggregates are the outcrops of the Farrat geological formation within the delimited area. The profile method was used in estimating aggregate reserves. The total area calculated with the profile method is 552 m<sup>2</sup>, the average thickness of the excavation is: 20 m. Therefore, the approximate volume is 11 040 m<sup>3</sup>, of extracted material. The geomorphological processes were by external forces and by endogenous forces. Fine and coarse aggregate will be extracted from the quarry under study, being commonly referred to as hill aggregate, to exploit it, exploitation will be used by bank, using an excavator, loader and dump trucks. The impacts that the exploitation of aggregates can generate are positive and negative; among the positives is job creation and within the negatives are landscape change, generation of gases and dust.

**Keywords:** Calculation of reserves, aggregates, exploitation method.

## I. INTRODUCCIÓN

La Realidad del Problema a nivel mundial, son los áridos la principal fuente de materias primas para la ejecución de obras en infraestructuras, de edificios, en la industria y para llevar a cabo el cuidado del medio ambiente, lo que le da la cualidad de ser considerada como industria importante. Cada español ha hecho un consumo, durante el año 2019, de unos 2.890 kilogramos al año. Los áridos son utilizados en las obras, como hormigón preparado, prefabricados de hormigón (la presencia de áridos es de 80% en el hormigón), mortero, aglomerados asfálticos (los áridos están presentes en un 95%), etc (ANEFA 2020).

A nivel Regional En la minería no metálica de Chile hay productos variados que son parte de la materia prima en distintas industrias, es frecuente referirse a estos productos como minerales industriales. Así mismo en Chile existe yacimientos con material para la construcción, como los áridos y arcillas, en el ámbito de la manufactura (carbonatos blancos, baritina, talco, caolín y feldespato), en la agroindustria (apatita, bentonita, diatomita, dolomita y guano), y para el cuidado del medio ambiente (perlita, diatomita, bentonita y zeolitas (sernageomin, 2019).

A nivel nacional los minerales no metálicos, es necesario indicar que nuestro país produce unas 30 variedades de minerales concerniente a los no metales, así por ejemplo fosfato, caliza, travertino, hormigón, arena, calcita, sal, arcilla, yeso y otros más, la minería no metálica proporciona la materia prima a un mercado amplio; especialmente al sector concerniente a construcción y fabricación de cemento, así como nitratos, sales y carbón involucradas con la actividad de la industria. En el año 2018, nuestro país se consolidó en Latinoamérica, al ser líder con respecto a la elaboración de varios artículos no metálicos que tienen como ingrediente los boratos, diatomitas, selenio y andalucita (Gestión, 2019).

A nivel local Hoy en día la explotación de agregados en la provincia de San Marcos está en una fase inicial así mismo no ha logrado desarrollarse por completo en lo técnico-empresarial, y la ausencia de proyectos mineros e inversión misma para estos yacimientos, no ha sido posible lograr un funcionamiento y operación

apropiada. Por otro lado, algunas empresas lograron obtener los derechos para las fases en la exploración y explotación, y quieren ajustarse a los cambios que se dan en la tecnología de información bajo el interés de reducir su tiempo y hacer crecer su capacidad de producción cotejando con lo que logran hacer habitualmente pero no hacen una planificación adecuada donde optimicen procesos. En tal sentido, de continuar con lo mismo no se logrará sacar el máximo provecho de sus recursos naturales y por consiguiente al beneficio económico de los inversores y titulares, así mismo en las empresas no lograran optimizar las operaciones y bloquearan la adquisición de alguna otra inversión dando paso a la falta de profesionalismo y seriedad de esta.

El problema afecta a los trabajadores, empresarios e inversionistas que trabajan en el rubro de agregados. Estos problemas son generados por los trabajadores, la terminación de recursos explotables y los que no hacen una optimización de procesos de explotación, dicho problema se observa en la cantera de Huayobamba en la provincia de San Marcos. Las causas pueden ser diversas. A todo esto, de seguir así no se podrá aprovechar sus recursos naturales y por ende al beneficio económico de los titulares e inversores, como también en las empresas no podrán formalizarse ni optimizar las operaciones e impedirán la obtención de alguna otra inversión dando cabida al no profesionalismo y seriedad de esta.

En cuanto al problema general de la investigación era: ¿En qué medida la optimización de procesos mejora la explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos- Cajamarca?

Para justificar esta problemática podemos decir que dentro de los problemas que presenta la cantera son esencialmente la existencia de tiempos muertos en los procesos en la extracción de agregados, la falta de una adecuada organización dentro de cada una de las áreas de operaciones y ventas de la cantera Huayobamba. Debido a que no existe estudios que determine la optimización de procesos para las canteras de la provincia de San Marcos, en ese sentido nuestra justificación se basa en lo siguiente: Tecnológico: En este proyecto, se sugiere hacer el estudio de optimización de procesos de explotación a corto plazo, con la

finalidad de mejorar y/o cambiar la forma de explotación inicial, mediante la entrega de información suficiente a los responsables administrativos y de explotación, de la cantera para de esta manera tengan mayor acceso a conocimientos y tecnologías que permitan una óptima explotación de la cantera, mejora de tiempos y un mejor control operativo. Se podrá implementar y hacer uso de tecnologías más adecuadas. Social: La comunidad Huayobamba será beneficiada, al perfeccionar y optimizar los procesos de extracción de agregados en la cantera ya que de esta manera podrá cubrir la demanda del mercado local, al mejorar los procesos de explotación de los agregados también mejorará el cuidado a la salud de los trabajadores teniendo cuidado con su seguridad dando lugar a una mejor calidad de vida, implementando un adecuado plan de seguridad en todas las áreas de la cantera. Ambiental: toda actividad humana produce impactos ambientales y la explotación de la cantera de Huayobamba no es la excepción, y el hablar de optimizar los procesos para la explotación también implica optimizar cuidados al medio ambiente mediante una minería sostenible.

El objetivo general es: Realizar la optimización de procesos de mejora para la explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos- Cajamarca. Los objetivos específicos fueron los siguientes: **OE1:** Plantear la optimización de procesos que reducirá los costos de la extracción de agregados de la cantera de Huayobamba en provincia de San Marcos, Cajamarca, **OE2:** Determinar la rentabilidad que ofrece la explotación de agregados a través de una adecuada optimización de procesos en la cantera de Huayobamba en la provincia de San Marcos, Cajamarca.

La Hipótesis fue: la optimización de procesos mejora la explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos, Cajamarca.

## II. MARCO TEÓRICO

Algunos trabajos que respaldan nuestra investigación en el ámbito internacional son:

Villaquirán, León y Aguilar (2018) en su investigación titulada “Perfeccionamiento del proyecto de extracción de la Cantera CEPELES en la Parroquia Taura, Cantón Naranjal, Ecuador” tuvieron como objetivo hacer una optimización del diseño de explotación de la minera CEPELES, situada en la parroquia Taura cantón Naranjal, y tuvieron en cuenta los parámetros de levantamiento de información minera logrando una apropiada y eficiente extracción de agregados. Para la metodología se consideró, metodología en el campo donde llevo a cabo el reconocimiento del área donde se hizo levantamiento de la información geológica en toda la concesión, así como aspectos geo mecánicos y maquinaria a utilizar, los aspectos topográficos, etc. En la metodología de laboratorio se consideró los análisis de muestras, la petrografía, la resistencia a la compresión y la densidad del material a extraer.

Asimismo, Calero (2018), en la investigación titulada “Diseño de explotación de áridos para canteras de calizas y agregados, en los usuarios de la compañía explotec”, este trabajo tuvo por objetivo hacer cálculos aproximados de las reservas a explotar en la cantera, utilizando métodos de sísmica de refracción, tomografía sísmica de refracción y fluorescencia de rayos x. Con lo cual se buscó insertar métodos de explotación más eficientes ahorrando recursos y logrando una mejor planificación en voladura. En cuanto a la metodología se consideró 20 muestras, por lo que se estimó que fue una muestra por cada 1700 m<sup>2</sup> lo que concierne al 5% de área, las muestras se recolecto en envases adecuados y rotulados y para los resultados de laboratorio se consideró una metodología semi cuantitativa de fluorescencia por rayos x.

Fonseca (2017), en la investigación titulada “Desarrollo de Minado y separación del Material de Construcción en la zona Minera Tanlahua” y cuyo objetivo principal fue perfeccionar procesos de minado y realizar una separación adecuada de agregados

en la concesión minera Tanlahua localizada en la feligresia San Antonio de Pichincha, cantón Quito, provincia de Pichincha, con lo cual se buscaba conseguir y controlar datos en tiempo real y permanente logrando eficacia en los costos para ser competitivos en el mercado. En cuanto a la metodología fue un estudio descriptivo, prospectivo y de campo. La técnica utilizada para la recopilación de datos informativos fue la observación directa, realizándose tablas en la anotación de tiempos de cada ciclo, registros fotográficos y cuaderno de notas.

En el ámbito nacional nos respalda algunos trabajos como:

Soto (2015), en la investigación cuyo nombre es: “Caracterización de la labor Minera Artesanal para áridos en el área de la vía Iquitos-Nauta”, el cual tuvo por objetivo hacer el diagnóstico de la descripción de la minería para áridos, en la consecución de los datos que ayude en la planificación sostenida de los recursos. El autor concluyo que la arena es el material que se extrae y es considerado con una mayor proporción, el mismo que es destinado a las construcciones de la metrópoli de Iquitos. Las arcillas son utilizadas en la elaboración de los ladrillos de manera artesanal bajas cantidades y por temporadas. La arena es extraída de manera mecanizada usando cargadores frontales y tractores de oruga (21,05%) y de forma manual haciendo uso de palanas y buges organizados por grupos de 15 trabajadores, para cargar camiones que son de 16 a 17 m<sup>3</sup> de arena. La extracción promedio de arena tiene un vol. de 2 094 m<sup>3</sup> por día, y al mes de 50268 m<sup>3</sup>.

Muñoz (2018), en su investigación titulada: “Diseño minero a Corto Plazo durante la conservabilidad de extracción en Cantera 7 De noviembre - Nueva Arica” donde se propuso como objetivo el diseño a corto plazo para que la extracción de agregados sea conservable; la finalidad en la planificación hacer predicciones que influyeran en la actividad empresarial, ya que el realizar planificaciones apropiadas ayudará en la toma de decisiones. Con respecto a la metodología se consideró información tanto cuantitativa como cualitativa concerniente a esta actividad minera, llevando a cabo estudios referentes a los factores presentes en el yacimiento para así poder describirlo e interpretarlo para luego ir a la factibilidad, el diseño es Cuasi Experimental, la recolección de datos se realizó por análisis documental y entrevistas.

Espinoza (2019), en su investigación titulada “Valoración y ahorro del ejercicio rentable en la minimización de costos en la extracción de la mina no metálica Benavides – Ferreñafe”, lo cual permitió una correcta actividad de explotación, siendo rentable para el concesionario al minimizar los egresos y acrecentar su rentabilidad, así mismo la metodología que se utilizó fue de tipo cuantitativa y de un diseño no experimental descriptivo ya que el trabajo recolectó en el campo datos donde describe las operaciones que se llevan a cabo, haciendo el diseño de un plan para su optimización, permitiendo la reducción de costos de explotación.

Así mismo para nuestras bases teóricas y teniendo en cuenta nuestras variables podemos mencionar al Plan de optimización, en las empresas mineras el objetivo fundamental de la optimización es maximizar y mejorar la productividad a través de una planificación de procesos logrando mejorar la rentabilidad.

Según Piérola (2017), la secuencialidad en la extracción tiene que considerar los aspectos geométricos, así como también yacimiento y la calidad de este para lograr obtener un flujo constante de mineral para los siguientes procesos. El proyecto de cuidado y conservación debe estar de acuerdo con la disponibilidad de equipos y estos a su vez mantener una relación estrecha con el plan de mina. También los proyectos financieros deben estar relacionados con los de producción y mantenimiento. Para tener un buen plan de optimización es necesario monitorear cada uno de los procesos que se realizan en las operaciones extractivas con la finalidad de identificar tiempos muertos y hacer un plan que se adecue a los recursos materiales y procesos de la cantera

Escenarios de planificación: La organización del entorno será necesario para una buena implementación y optimización de procesos, otro aspecto importante es tener en cuenta la optimización de procesos dentro de los trabajos o actividades a desarrollar para hacer dicha planificación, construyéndose así dos escenarios; uno es sobre los proyectos nuevos. Este escenario se da al querer planificar en base a nuevos yacimientos para ellos se considerará estrategias técnicas y financieras; así

mismo se debe tener presente la innovación donde los proyectos nuevos o de extensión cuyo objetivo es posicionar a la empresa como competitiva y en un mejor nivel productivo. El otro escenario es de faenas en las labores que hay una planificación, donde se considera cuerpos y/o áreas de reemplazo, políticas de reemplazo de equipos, de exploración, procesos establecidos y otros. Por tal motivo, este ámbito es menos flexible al momento de planificar, pero si se puede decir que cumple con el rendimiento económico global de la administración de la compañía. (Piérola, 2017)

Planificación de explotaciones a cielo abierto: la explotación minera tiene una serie de procesos que deben ser óptimos y para realizar el diseño de explotaciones mineras hay muchos factores que son intervinientes para ello, llegando a constituir una complicada y magnífica tarea, quizás únicamente sobrepuesta, por la mismísima operación minera. La forma del yacimiento, la extensión, la geología, la distribución espacial de la calidad y cuantía de los distintos materiales, los climas existentes, la hidrología e hidrogeología, los materiales y su caracterización geomecánica, la topografía y la vinculación que tiene con el depósito, las excavaciones y sus taludes finales, el perímetro que tiene la concesión minera; las leyes medias, los ratios y las leyes de corte, los avances en la producción de la mina y de la planta, las horas trabajo al año, los factores de eficiencia, la cantidad de frentes de trabajo, la flexibilidad de la operación, su longitud, el distanciamiento entre ellos, el grado de selectividad requerida, los requerimientos de mezclado, la dilución; los posibles métodos y sistemas, el tipo, equipos a usar teniendo en cuenta su tamaño y cantidad, sus necesidades operativas: altura de bancos, gradientes, las condiciones en los espacios de los frentes de trabajo y dimensiones para pistas; las infraestructuras necesarias, los costes y las inversiones, las limitaciones financieras y económicas de la empresa, las recuperaciones, los mercados, las incertidumbres, los precios, y también debemos tener en cuenta las diferentes técnicas para realizar el modelamiento en estos factores y sus respectivas interrelaciones y además, el criterio fundamental a la hora de realizar el diseño hacer la toma de la decisión final: estudiar el valor actualizado neto o beneficio global, las reservas o tiempo de vida útil que tendrá la explotación, o reducir al mínimo el riesgo de la inversión, etc. (MEM, s/f).

Optimización de procesos para la explotación minera. Según John (2014), Ventyx, and ABB Company Brisbane, Australia. Para mejorar la producción es esencial la integración de la empresa minera, mientras que los recursos del sector minero ganan importancia, las empresas tratan de maximizar la producción, hacer mejoras en la productividad, racionalizar los procesos y obtener una mayor rentabilidad para aumentar los beneficios en las operaciones al máximo. Pero, en la minería la complicada cadena de valor que esta tiene origina empresas en distintas áreas funcionales. En muchas de estas empresas, cada área labora de manera independiente, con poca o sin interacción alguna. Y es sabido que a las empresas les resulta trabajoso alcanzar el máximo justamente por la existencia de diversas áreas funcionales. Vamos a realizar un análisis de manera separada las operaciones auxiliares y producción, ciclos de descapote y minado.

Una operación auxiliar es el Descapote, y se hace uso cuando se quiere remover el estéril que se encuentra en la capa superficial de los depósitos minerales y hacer una remoción de la ganga teniendo en cuenta al tajo y sus límites. El capote y la naturaleza que presenta, define al ciclo de operación: se trata de material no consolidado (roca quebrada) el rompimiento no será necesario; pero si es material consolidado (roca in situ), se tiene que romper. (John, 2014)

Para John (2014), Entonces las condiciones de optimización de operación se realizarán por un equipo de manejo de materiales que lo harán de forma satisfactoria, considerando el acarreo del tepetate para que sea vaciado a una determinada distancia y no ser echado al tajo o en un banco cercano de ganga. El equipo utilizado en el ciclo de operaciones de descapote consiste en: Barrenación: perforadora (roca débil), sistema rotativo (roca promedio), sistema percusivo (roca muy dura). Voladura: emulsión o anfo (alternativa: rasgado-ripeado, si es roca débil o suelo), cargado con máquinas (cierto vol.) o a mano (bolsas); encendido con cordón detonante o eléctrico. Excavación: cargador frontal, pala mecánica, dozer, escrepa (suelo), cucharón (suelo), draga. Acarreo: dozer, camión escrepa (suelo), faja transportadora.

Según Herrera (2006), la explotación que se realiza en las minas de tipo no metálicos para áridos y otros materiales de construcción, para esta explotación que se realiza en la cantera se hace uso de métodos de minería a tajo abierto de la Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de España, las canteras eran de bajo interés para explotarlas, dado que el mineral no cuenta con mucho valor económico, existen muchos yacimientos con donde los criterios para ser elegidos eran básicos además esos recursos casi no se agotan. La palabra "cantera" abarca antiguamente a esas explotaciones superficiales que: Eran de baja producción y pequeñas además tiene poca tecnificación. Por lo general tenían un banco de gran altura o también podía tener uno o dos bancos, no contaban con una organización u orden en su planeamiento. Suministran gran cantidad de mineral con poco valor económico. Explotaban un yacimiento donde no había preocupación por las reservas ya que había abundantes recursos a nivel global o local.

Según Herrera (2006), Las extracciones de los áridos están clasificados en extracción artesanal e industrial esta clasificación se basa al grado de tecnología que utilizan. El primer modo se hace a escala pequeña, fundamentalmente donde no se usa mucho estos materiales o no hay mucha demanda (pueblos, ciudades pequeñas). En cambio, la extracción industrial se realiza por la gran demanda que hay ya sea por ser utilizados en grandes obras de ingeniería o en la construcción de las grandes ciudades. La explotación artesanal de áridos no se usa tecnología, y solo se hace una selección del material de acorde a su granulometría. En el caso de la explotación industrial se utiliza maquinaria y en poco tiempo se logra una gran producción.

Como ya se manifestó con anterioridad, se trata en extraer del interior de la tierra los minerales. Durante el proceso de beneficio lo que se hace es retirar lo más que se pueda el material sin valor económico o llamado estéril, teniendo a los concentrados como resultado. Para tener los resultados a los cuales se hace mención, tienen que hacer el estudio de los principales aspectos que son dos: la exploración y luego la explotación. (Herrera, 2006),

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

Según Lozada (2014), la investigación aplicada tiene el objetivo de generar el conocimiento mediante la aplicación directa a los problemas ya sea del sector productivo o los de la sociedad, así mismo el cabe señalar que este trabajo es de tipo aplicada, debido a que la finalidad es dar solución a un problema determinado o proyecto específico, que es la optimización de procesos para mejorar la explotación de agregados de construcción de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos, basándose en la indagación y afianzamiento del conocimiento y su utilización a través de la recopilación de datos.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

En cuanto al diseño se utilizó el no experimental, debido a que en la presente investigación no se ha manipulado las variables de investigación (Hernández *et al.*, 2018).

##### **3.1.3. Nivel de investigación**

El nivel es explicativo, porque esta investigación analizó la relación entre las variables de investigación cálculo de reservas y método de explotación (Hernández *et al.*, 2018).

##### **3.1.4. Método de investigación**

El método es hipotético-deductivo ya que en este trabajo de investigación se realizó pasos fundamentales como: Observando el fenómeno a estudiar, formulación de hipótesis para dar explicación a dicho fenómeno, argumentar las consecuencias de la hipótesis y verificación de la veracidad de los enunciados deducidos (Hernández *et al.*, 2018).

### 3.2. Variables y operacionalización

V.I. Optimización de Procesos. La finalidad de la optimización de procesos es minimizar o erradicar tiempos y recursos perdidos, gastos vanos, y errores, llegando al propósito del proceso. Por ello, las empresas buscan afrontar el reto permanente de gastar menos y producir más, realizando mejoras en sus procesos de tal forma que resulte en la reducción de costos (Castro, 2015).

Dimensiones V.I.

- Planeamiento
- Costos y presupuestos
- Recursos Humanos

V.D. Extracción de Agregados.

La roca, la arena y la grava son ejemplos de recursos naturales más utilizados a nivel mundial. Estos no metálicos, En el ámbito de la construcción como se les llama agregados, son parte de los elementos fundamentales en toda mezcla asfáltica. El mayor porcentaje de los agregados se extrae de minas naturales a tajo abierto (Chávez, 2017).

Dimensiones V.D

- Geología
- Características de explotación
- Geomecánica
- Carguío y Acarreo

### 3.3. Población y muestra

#### **Población**

Para la población se utilizó como criterio fundamental un lugar donde se muestra una gran presencia de trabajo empíricos por eso se eligió a las Canteras existentes en la provincia de San Marcos.

**Criterios de selección Inclusión:** las canteras consideradas para la población son las canteras que extrae agregados o material de cerro ya que tienen similitud con la cantera de Huayobamba.

**Exclusión:** no se considera dentro de este trabajo a las canteras donde se extrae agregados o material de río.

### **Muestra**

La cantera Huayobamba en la Provincia de San Marcos – Cajamarca, que es una muestra elegida de modo intencional.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos en la presente investigación se hizo uso de técnicas de análisis documental y la observación en campo.

**Técnica documental**, nombrada como técnica de gabinete, permitió hacer una indagación e interpretación sobre la documentación de la información. Inicialmente era usada en la información bibliográfica la misma que ayudaba a identificar el problema, y elaboración del marco teórico (Campos, 2015).

Este trabajo utilizó diversas fuentes de recolección de información, como, por ejemplo, libros, revistas, tesis, artículos.

**Técnica de observación en campo:** La técnica conocida como la observación de campo y cuyo objetivo fundamental es entender la forma de como los que hacen uso de sistemas interactivos hacen sus trabajos y de manera más precisa conocen las acciones que estos desarrollan mientras se dé la realización de la misma. (Granolliers, 2014)

Mediante el uso de esta técnica se logra obtener la información de primera mano de la cantera de Huayobamba tales como: la ubicación, accesos, clima, flora y fauna, infraestructura, tipo de maquinaria a utilizar, diseño de los frentes de explotación, ciclos de carguío y acarreo. Observando con el mayor detalle posible lo que es relevante para nuestra investigación.

En lo que respecta a instrumentos de la recolección de datos están en el anexo 03 y son los siguientes:

Instrumento 01: Ficha de ubicación de las reservas.

Instrumento 02: Ficha de producción de agregados en el 2021

Instrumento 03: Ficha de comparación de parámetros.

### **3.5. Procedimientos.**

#### **Elaboración diagnóstica de la situación actual de la cantera**

En este objetivo trazado se realizó una visita para hacer el recorrido correspondiente a la cantera Huayobamba así mismo se hizo uso de una guía de observación de campo y por otro lado se hizo uso de los datos topográficos para lograr obtener las coordenadas exactas de la cantera; las cuales se utilizaron para generar los planos topográficos.

Se hicieron los cálculos mediante el método de triangulación para las reservas, considerando la ejecución de calicatas y de esta manera hacer la exploración del yacimiento y tener conocimiento la mineralogía existente, y fundamentalmente calcular la cantidad, el espesor, geometría y calidad del depósito minero a través de ensayos de laboratorio los cuales determinarán dichas características. La recolección de las muestras in situ eran esenciales en la obtención de información veraz.

#### **Determinación de los métodos de explotación y volumen de extracción**

Para elegir el método de extracción, la múltiple maquinaria y el sistema de explotación que se usará durante el proyecto se hizo considerando las características del yacimiento, así como también la mano de obra a utilizar ya sea profesional, técnica o básica y está basada a la demanda que se logre generar en el yacimiento así mismo como a la rentabilidad económica, debido a que están muy vinculados, para tomar decisiones importantes como es el caso de proyectos mineros donde todo es en base a las cuestiones económicas para analizar las probabilidades de inversión. Y por consiguiente se fijaron los cronogramas de ejecución los cuales se hicieron de manera teórica estableciendo el probable plazo de puesta en marcha del proyecto. Todos los procesos estarán dentro de los márgenes legales, teniendo en cuenta los estándares altos para de esta manera asegurar un desarrollo sostenible

#### **Implementar hojas de cálculo para determinar el costo de producción para un metro cúbico de agregado**

En cuanto a los egresos e ingresos de la cantera huayobamba se hizo su estimación gracias a que se realizó una entrevista al concesionario de dicha cantera, en la cual se pudo determinar los costos para venta del material y los recursos usados para cada actividad de extracción y a medida que se iba obteniendo esta información se generaba un cuadro Excel que permita anotar los movimientos de egresos e ingresos y también hacer los cálculos correspondientes para los costes de producción de cada metro cubico de los agregados producidos en esta cantera..

Así mismo se hizo validar los instrumentos de recolección de datos por especialistas. La validación se encuentra en el Anexo 04.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para los métodos que se consideraron en el presente trabajo de investigación son el analítico y el sistémico.

- **Método analítico:** se elaboró considerando la verificación y análisis de sectores de un todo por investigar (objeto de investigación), realizando estudios a detalle de cada parte que conforman a este todo y la manera de cómo estos funcionan. (Guzmán, 2020)
- **Método sistémico:** por medio del presente método se establece el adecuado uso de normas de forma ordenada propia de la investigación lo que a través de una situación dada permite llegar a tener una comprensión. (Hernández et. al 2018)

### **3.7. Aspectos éticos**

Teniendo el reglamento que rige en la Universidad César Vallejo en torno a los trabajos de investigación, en tal sentido se tendrá en consideración para el presente trabajo aspectos éticos como:

- **Recursos:** Estos fueron necesarios para que nuestra investigación sea puesta en marcha, ya que hizo posible el análisis y estudio del fenómeno en mención y sus causas pese a que no existe investigaciones que hayan tratado sobre el objeto de estudio en la totalidad. La gente que han sido involucradas para la extracción de agregados en la cantera Huayobamba del distrito de San Marcos en la Región Cajamarca y que han sido participes en la investigación, han sido informadas debidamente y con

anticipación con respecto al proyecto y su desarrollo, dando prioridad al propósito, a los beneficios y riesgos que se producen. Como criterio ético en la que se logró una clara y precisa de la realidad, que permitió facilitar el análisis del problema y sus factores que lo generan, también se dio a conocer los avances de los diferentes aspectos de la investigación, concerniente a los participantes se enfatizó que participaran voluntariamente y consciente, para de esta manera brinden datos verdaderos y confiables.

- **Claridad en los objetivos de la investigación:** En cuanto a los objetivos formulados en esta investigación, pretenden lograr un buen trabajo de investigación, orientando así al logro del objetivo principal para de esta manera dar una respuesta al problema propuesto y probar la hipótesis planteada.
- **Transparencia de los datos obtenidos:** la información recolectada a través de los instrumentos elaborados será confiable y veraz permitiendo así tener una investigación relevante.
- **Honestidad:** Consideramos hechos reales y veraces en este trabajo de investigación para establecer precedentes para futuras investigaciones ya sea mejorando el presente trabajo o sirviendo de base para otras investigaciones.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Aspectos generales

#### Ubicación Geográfica

El área de estudio se ubica en América del Sur, en el país sudamericano de Perú.



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

Fuente: <https://cuevasdelperu.org>

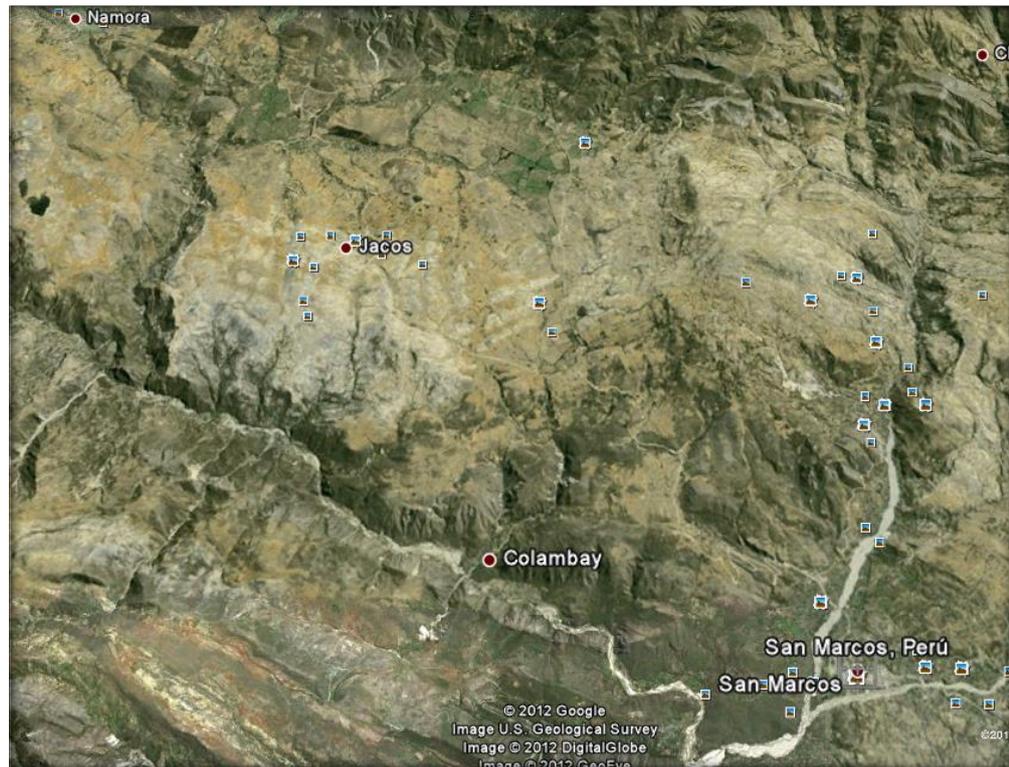
La provincia de San Marcos posee 1,362.32 kilómetros cuadrados como extensión.

Departamento de Cajamarca, provincia San Marcos, distrito de San Marcos.

**Tabla 1.** *Ubicación del área de nuestro estudio.*

<b>Departamento /Región:</b>	<b>Cajamarca</b>
<b>Provincia:</b>	San Marcos
<b>Distrito:</b>	San marcos – Namora
<b>Localidad:</b>	San Marcos
<b>Región Geográfica:</b>	Costa ( ) Sierra (x) Selva ( )

Fuente: elaboración propia



*Figura 2.* Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: <https://cuevasdelperu.org>

Los Distritos: La provincia cuenta con siete distritos distintos que son: Eduardo Villanueva (La Grama), Pedro Gálvez (San Marcos), Ichocán

(Ichocán), Gregorio Pita (Paucamarca), José Manuel Quiroz (Shirac), José Sabogal (Venecia), Chancay (Chancay).

### Accesibilidad

Nuestra zona en estudio tiene su acceso principal por la carretera que va de Cajamarca a Jesús.

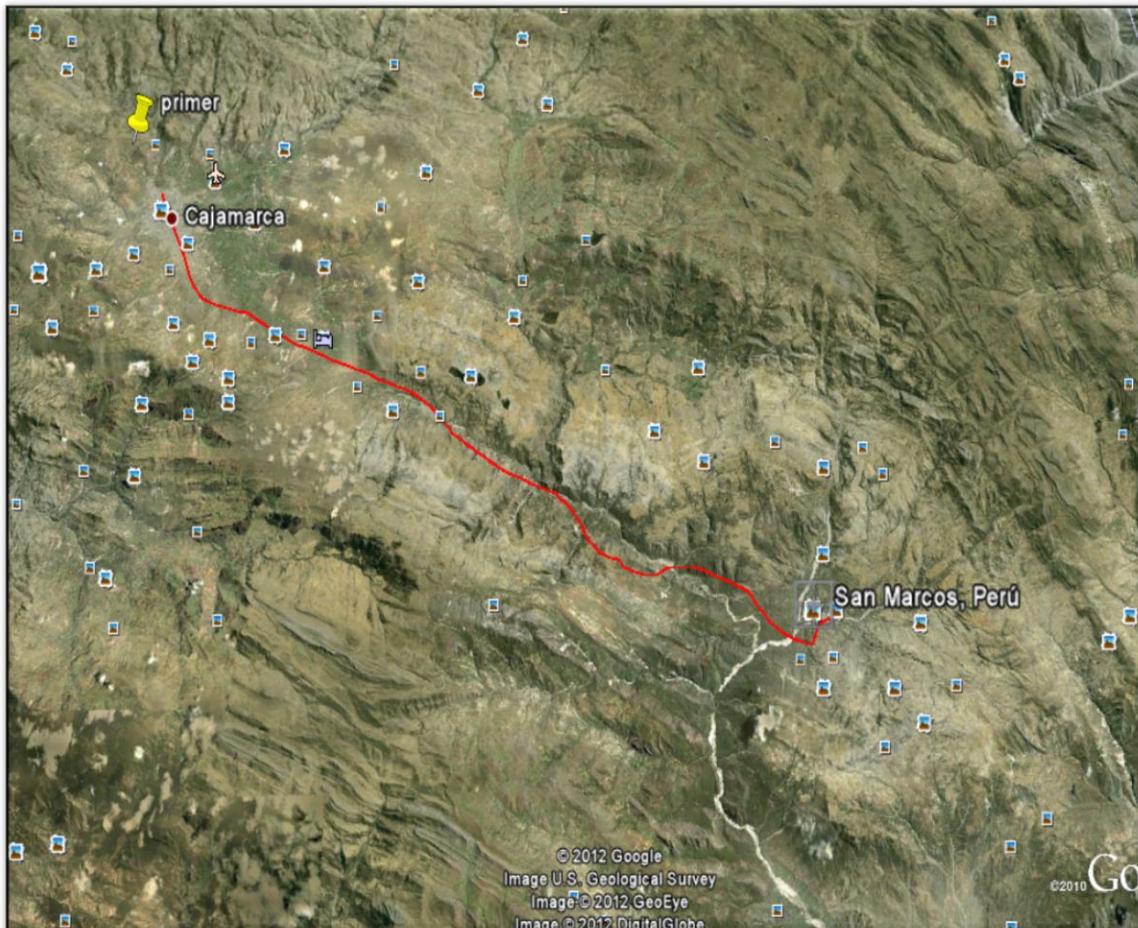


Figura 3. Accesibilidad a la zona de estudio.

Fuente: <https://cuevasdelperu.org>

Tabla 2. Carreteras a San Marcos

Tramo	Tipo de carretera	Distancia (Km)	Tiempo (minutos)
Cajamarca – San Marcos	Asfaltada	60	80
San marcos – cantera	Carretera	0.7	15

Fuente: elaboración propia

## Planificación del trabajo



Figura 4. Planificación de trabajo.

Fuente: elaboración propia

### Trabajo de campo

Para efectos del trabajo, se tomó como base la carta topográfica proporcionada por el ministerio de agricultura a escala 1:25 000 teniendo en cuenta la cuadrícula Mercator y considerando coordenadas proyectadas, trazadas cada 1 Km.

En el reconocimiento geológico los elementos de juicio se tomaron a partir de la descripción del boletín N° 31 de la Carta Geológica Nacional, publicada por el INGEMMET.

El trabajo de campo realizado consistió en la observación directa en campo reconociendo las facies volcánicas y toma de muestras en diferentes puntos del Volcánico Huambos para su posterior descripción. También se realizó un perfil de acuerdo a las características observadas.

### Trabajo de laboratorio y gabinete

El trabajo de laboratorio y gabinete tubo las siguientes fases:

- Con las muestras de cada evento volcánico se determinó en laboratorio sus propiedades físicas; así como: textura, estructura, tamaño de grano, etc.
- También se pudo determinar algunos componentes mineralógicos.

- En gabinete se logró realizar el informe, plano, perfiles y columnas.

### **Estudios previos**

Previamente se han efectuado trabajos de investigación realizados por alumnos pertenecientes a nuestra escuela, pero de años más avanzados.

Este cuadrángulo fue estudiado en múltiples ocasiones por distintos autores:

- Antonio Raimondi \_ 1859 – 1860.
- Victor Benavides “Cretaceous System of North Peru” -1956.
- Ingemmet – Luis Reyes Rivera “Boletín 31” \_1980.

### **Equipo de trabajo**

- Equipo humano: conformado por un grupo de dos alumnos
- Material de trabajo:
  - Picota
  - Brújula Brunton o azimutal
  - Lupa de 20x
  - Boletín 31 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO, Serie A. Carta Geológica Nacional. Geología del cuadrángulo de Cajamarca (hoja 15-f).
  - Ácido clorhídrico al 20%
  - Libreta de campo
  - Colores
  - GPS
  - Cámara fotográfica

### **Fisiografía**

**Clima:** Los meses de lluvia comienzan entre septiembre y octubre y siguen hasta abril. En general, el resto del año no hay mucha lluvia. En la capital provincial, las temperaturas más altas se registran entre noviembre y febrero, (27°C).

Humedad- humedad relativa de 60 a 70%.

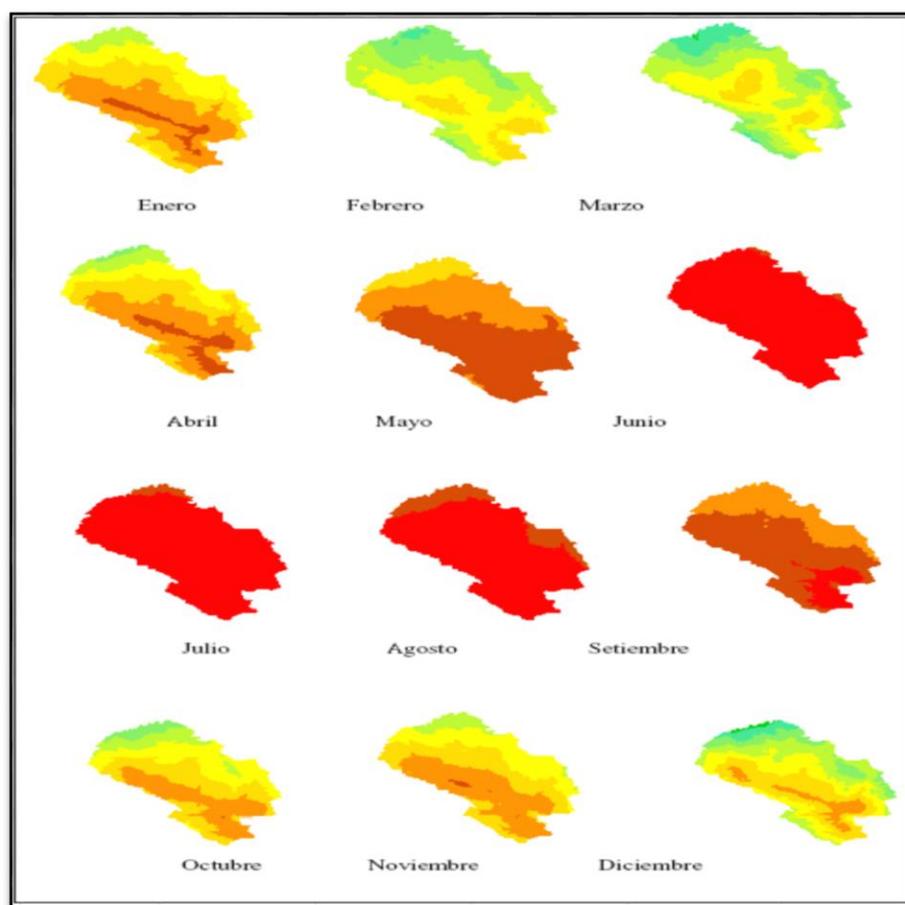


Figura 5. Humedad en la zona de estudio

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1  
*Temperaturas promedio en la zona de estudio.*

Temp. Max. promedio:	30 ° C.
Temp. Min. Promedio:	8°C.
Temp. media :	19° C.
Precipitación Máxima Promedio:	950mm
Precipitación Mínima Promedio:	550mm.
Precipitación Promedio:	750 mm
Humedad Máxima Promedio:	70%
HumedadMínima Promedio:	60%
Humedad Promedio:	65%

Fuente: elaboración propia.

### Flora y fauna

La diversa flora de la provincia contiene cultivos, forraje, arbustos y árboles teniendo entre los más destacados: pauquillo, tara, huarango,

quishuar, cedro, campanillo, molle, hirac, pauco, araviso, retama, choloque y tuna. En cuanto a frutales, la zona tiene producción de palta, paca, guayaba, chirimoya, banana, cítricos, cansaboca, poroporo, chalarina, sauco, zarzamora, níspero y capulí. Además, la provincia cuenta con abundante fauna como, por ejemplo: conejos silvestres, chinas lindas, vizcachas, zorrillos. Las distintas lagunas y ríos y lagunas de la provincia cuentan shaganes, charcolas, armados, truchas, entre otros. En la ciudad de San Marcos, los animales domésticos más abundantes son las gallinas, cuyes, ovino, ganado lechero, etc.

## **4.2. Geomorfología**

### **Procesos Geomorfológicos**

#### **- Fuerzas externas o exógenas**

Nos vamos a referir a distintos agentes que influyeron para generar la geomorfología que hoy existe en dicha zona estudiada, de tal forma que vamos a ver cómo es que el agua y los vientos tienen su accionar, que conjuntamente logran erosionar a las distintas formaciones.

#### **- Fuerzas endógenas o internas**

Estos procesos geológicos se originan por el calor que tiene el planeta en su interior, considerándose constructivos, ya que son los encargados de la generación del relieve.

### **Descripción de las unidades geomorfológicas**

#### **- Relieve**

La zona presenta un relieve moderadamente accidentado, ya que se encuentra a más de 2100 m.s.n.m., los diferentes movimientos del diastrofismo orogénico han influenciado en la topografía. Un factor importante son las quebradas, que se unen en los ríos con sus afluentes aledañas. El área presenta pendientes que van desde suaves a moderadas, las cuales oscilan de 45 a 55°.

- **Unidades geomorfológicas mayores:**

- Cadenas montañosas: La geografía de esta área de estudio pertenece de forma íntegra a la Cordillera Occidental; Teniendo sus características gracias a la presencia de áreas disociadas por ríos y quebradas dentro de su topografía. Las alturas varían de 1000 a 2100 m.s.n.m.



*Figura 6. Presencia de cadenas montañosas en las alturas.*

*Fuente: elaboración Propia.*

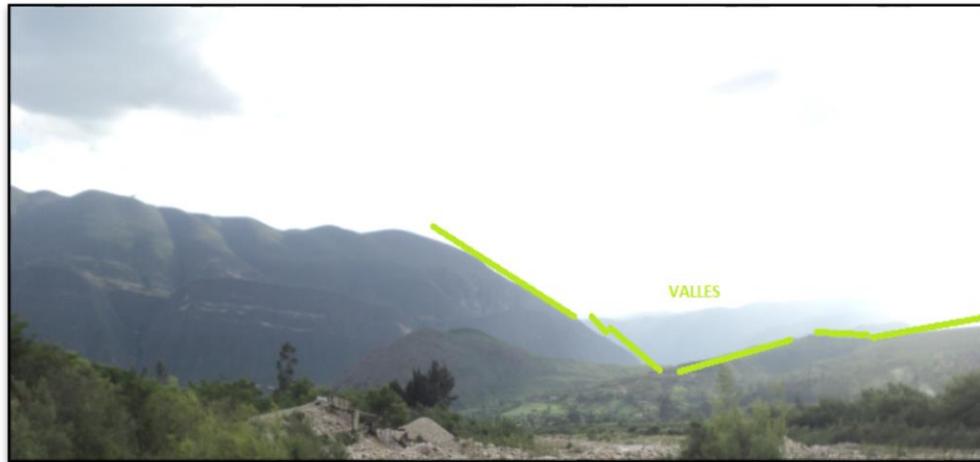
- Superficies de erosión: La zona reconocida esta ubicada en las superficies de erosión de entre 3000 y 2500m.s.n.m. Se caracteriza por mostrar colinas redondeadas topográficamente nueva con respecto a los pequeños valles maduros.



*Figura 7. Presencia de superficies de erosión.*

*Fuente: Elaboración propia.*

- Valles: Son valles en forma de “V” lo cual indica que son valles juveniles, las vertientes se encuentran poco modeladas por la erosión y se generaron por el accionar erosivo de un rio.



*Figura 8. Valle juvenil en forma de V.*

*Fuente: Elaboración propia.*

- Càrcavas: tienen forma de surcos que se han generado por el desplazamiento de las aguas de las torrenciales lluvias sobre el material sedimentario.
- Desplazamientos: Son generados por grandes masas de terreno que se vuelven zonas inestables y se deslizan hacia las partes bajas del rio.
- **Hidrología**

Los ríos principales en la provincia de San Marcos son los ríos huallobamba y el río Cascasén el cual se encuentra cercanos a la ciudad del cual es de mediano caudal, el cauce que presentan es en “U”, la erosión predominante es la del fondo respecto a la lateral, el drenaje que presenta es dendrítico debido a la topografía de la zona.



Figura 9; Ríos presentes en la zona de estudio

Fuente: elaboración propia

- **Geología Local**

**Formación Carhuaz (Ki-ca):**

Se originó debido a que las areniscas rojizas tuvieron una interrelación con lutitas rojo amarillentas. La característica principal se da por presentar areniscas rojizas de grano fino y lutitas, con abundante bioturbación, presencia de laminación interna. Esta unidad se depositó en un ambiente típico lacustrino.

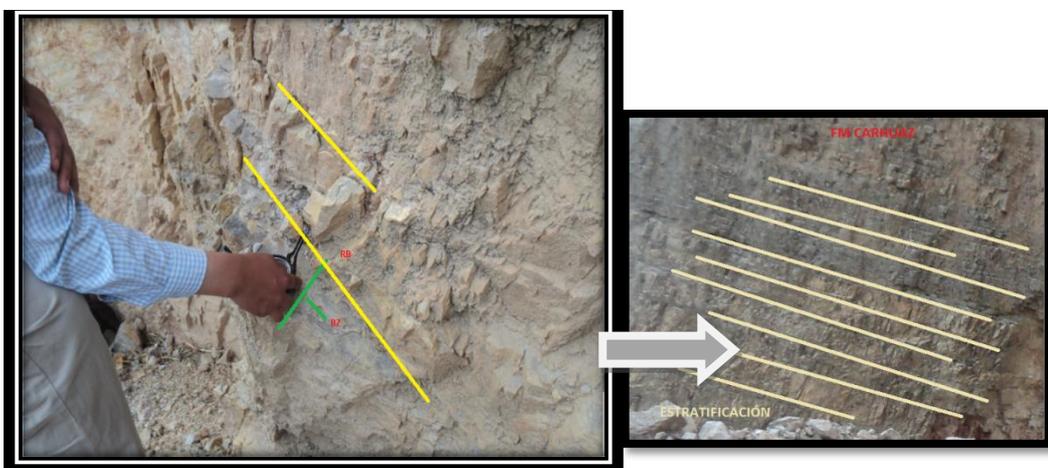


Figura 10. Valle juvenil en forma de V.

Fuente: elaboración propia.

### **Formación Farrat (Ki-f):**

Esta Formación es la representación del nivel superior de la parte clástica del cretáceo inferior. Tiene cuarcitas y areniscas blancas de grano grueso, el grosor promedio que presenta es de 500m. Creciendo en el sector Suroeste, En ciertas zonas se puede ver estratificaciones cruzadas y evidencias de oleaje.



*Figura 21. Formación Farrat.*

*Fuente: elaboración propia*

### **Depósitos aluviales y fluviales.**

- Edad: Huroniano Superior.
- Ambiente: Pelágico – Batial Distal

### **- Geología estructural**

En la zona existen plegamientos que evidencian los eventos tectónicos y orogénesis producido por esfuerzos tensionales y compresionales la cual evidencia la dinámica presente en la zona y la existencia de posibles fallas locales.



Figura 32. Fuerzas estructurales en el lugar de estudio.  
Fuente elaboración propia

La zona debido a los eventos tectónicos y microtectónicos presentan fracturamientos en los afloramientos en dos direcciones longitudinal y transversalmente, habiendo ausencia de desplazamientos de los bloques por lo que son simplemente discontinuidades.



Figura 43. Diaclasamiento del macizo rocoso en la zona de estudio.

Fuente: elaboración propia.

- **Estratigrafía**

La cantera se encuentra en la Formación Chimú del grupo Goyllarisquizga, del Cretáceo Inferior.

- **Grupo Goyllarisquizga**

Este grupo en su estructura y apariencia de plataforma fue analizado con el nombre Grupo Goyllarisquizga y en su facies de cuenca ha sido diferenciado en las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat.

- **Formación Carhuaz**

Según Benavides (1956), está en el área tiene aproximadamente un grosor de 500 metros con aumento hacia el sur y reducción hacia el nor este. Formada por una alteración de areniscas con lutitas grises, las areniscas tienen matices rojizos, violetas y verdosos (característica principal que permite reconocerlas en el campo). La formación Carhuaz tiene un leve desacuerdo sobre la formación Santa e infrayace, paralelamente a la formación Farrat.

Edad y Correlación: Tal vez las edades Valanguiniano Superior, Hauteriviano y Barreniano son de esta formación, ya que encima se encuentra la formación.

- **Formación Farrat**

Esta formación tiene cuarcitas y areniscas blancas y son de granos medios a grueso, su potencia alcanza en promedio los 500 m. La formación Farrat supra yace con aparente concordancia a la formación Carhuaz y subyace con la misma relación a la formación Inca, llegando a tener una impresión en distintos lugares de tratarse de un paso gradual.

Por la semejanza litológica con la formación Chimú es muy difícil de diferenciarlas ya que parecen ser las mismas, llevándonos a la necesidad de establecer bien sus relaciones estratigráficas para distinguirlas, aunque en ocasiones por la falta de mantos de carbón es posible distinguirla frente a la formación Chimú.

**Edad y Correlación:** Presenta impresiones de plantas confrecuencia conservadas pertenecientes a *Weichselia Peruviana* ZEILLER, *Scleropteris* cf. *s. ellensis* SALF y contiene presencia de tallos indeterminados pero correspondientes al cretáceo inferior.

PERIODO	SISTEMA	SERIE	UNIDAD GEOESTRATIGRAFICA	Gr esp (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. fluviales y lacustres			Arenas, gravas	
		PLEISTOCENO	Dep. lagunares y glaciares			Limos, arcillas.	
			Formación Condoramba	150		Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.	
	NEOGENO	PLIOCENO	Formación Cajabamba	200		Lutitas, lodolitas, areniscas finas blanco amarillentas	
			Sup. Formación Bambamarca	300		Tobas dacíticas y traquiandesíticas blanquecinas. Disc. eng.	
	PALEOGENO	MIOCENO	Inf.			Tobas blanco amarillentas intercaladas con areniscas rojas, aglomerados y proclastos.	
						Dacita	
		OLIGOCENO	Grupo Calliay	Formación Parcutia	2100		Intercalación de derrames andesíticos, tobas blanquecinas, areniscas tobáceas y conglomerados lenticulares.
							Dacita
			Formación Llama	600		Tobas blanquecinas intercaladas con delgados lechos de areniscas y lutitas tobáceas.	
PALEOCENO						Derrames y brechas andesíticas.	
						Conglomerados con cantos de cuarcita. Disc. eng.	
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Formación Chota	500		Conglomerados con cantos de calizas y areniscas rojas	
			Formación Celendín	200		Calizas, margas y lutitas gris amarillentas	
			Formación Cajamarca	100-700		Calizas gris azuladas, macizas, con delgadas intercalaciones de lutitas y margas	
			Grupo Quiquían	500		Calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardas- amarillentas fosilíferas.	
			Grupo Pullicana	700		Calizas gris parduscas, fosilíferas, margas y escasos niveles de lutitas.	
		INFERIOR	Formación Penatambo	150-200		Lutitas grises o negras, calizas bituminosas nodulares.	
			Formación Chiles	200-250		Calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas.	
			Formación Inca	150		Areniscas calcáreas y limolitas ferruginosas.	
		JURASICO	SUPERIOR	Formación Farrat	500		Cuarzitas y areniscas blancas.
				Formación Carhuaz	500		Areniscas rojas y cuarzitas blancas intercaladas con lutitas grises.
	Grupo Chimú			30-400		Areniscas grises y tobáceas, margas y niveles de carbón en la parte inferior, principalmente cuarzitas en la parte superior.	
	TRIASICO	SUPERIOR	Formación Chicama	500		Lutitas negras, laminares y delgadas, con intercalaciones de areniscas grises y horizontes arcillosos. Disc. eng.	
			Formación Oyotún	500		Tobas, brechas y derrames andesíticos.	
Grupo Pucará			700-800		Tonalita/granodiorita Calizas gris azuladas, macizas con nódulos síliceos.		
PERMIANO	SUPERIOR	Grupo Mito	300		Areniscas, limolitas y conglomerados rojos. Disc. eng.		
		Formación Salas	?		Filitas pelíticas y tobáceas de colores marrones y negruzcos con algunas cuarzitas hacia la parte superior. Disc. eng.		
PROTEROZOICO			Complejo Olmos	?	Esquistos gris verdosos y anfibolitas.		

Figura 54. Columna estratigráfica en la zona de estudio.

Fuente: INGEMMET. Columna Estratigráfica generalizada de la Región Cajamarca.

- **Yacimientos no metálicos**

El área de estudio abarca la cantera principalmente dedicadas a las explotaciones de rocas de la Formación Farrat y de la Formación Carhuaz del Cretácico Inferior. Forman parte del sector con mayor importancia en cuanto a número, porque desde hace mucho tiempo

atrás se llevaron a cabo exploraciones para la extracción y el abastecimiento de las materias primas con empleabilidad en obras de infraestructura, así como en todo lo que es la construcción

NOMBRE: Cantera Huayobamba

Norte: 9190632

Este: 811589

Cota: 2336 m.s.n.m.



*Figura 65. Cantera Huayobamba.*

*Fuente: elaboración Propia*

MEDIDAS: Las medidas de solución o en este caso más bien de prevención serían las siguientes:

- Respecto a la erosión del suelo, una vez que se termine la zona, replantar las especies que anteriormente habían "emigrado" para que se recupere el suelo de la erosión.

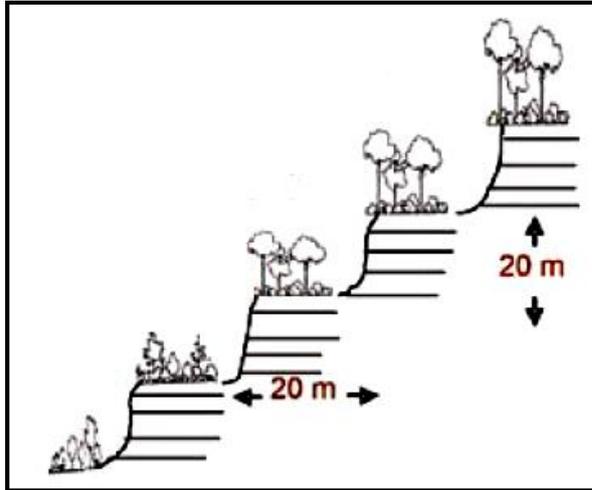


Figura 76. Bancos revegetados para recuperar el suelo de la erosión.

Fuente: Calero (2018)

- Para evitar los corrimientos y deslizamientos de tierra, se debería hacer una detallada canalización de agua y calcular bien los niveles de pendiente y esorrentía y así evitar en la medida de lo posible las grandes balsas de agua y esos corrimientos de los que ya he hablado; todo esto es debido a que no existe vegetación alguna en el substrato. Colocación de mallas que eviten los desprendimientos.
- Otra medida que se puede sugerir es un método de explotación adecuado, como el método de explotación por bancos, el cual evitará los posibles deslizamientos de las partes superiores de la cantera, además facilitará la explotación y su aprovechamiento al máximo.

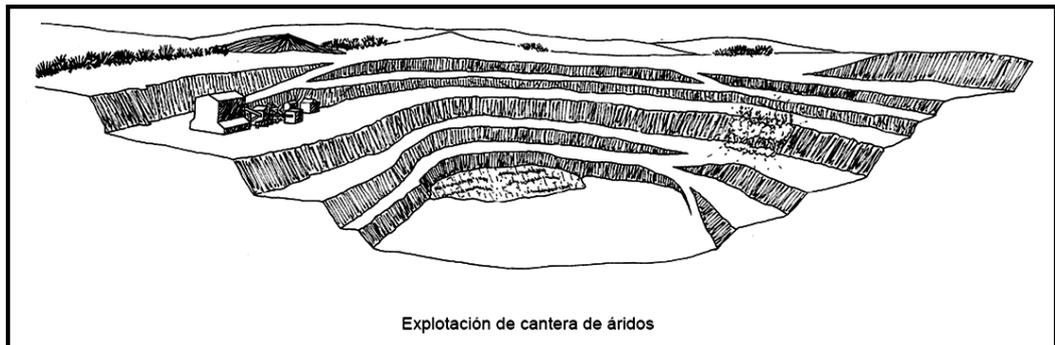


Figura 87. Diseño de explotación de la cantera.

Fuente: Calero (2018)

Explotación de cantera a tajo abierto haciendo uso del método de explotación por banqueo o bancos.

### **Método de explotación**

La explotación que se realizó en la cantera Huayobamba es mediante el método de banqueo a cielo abierto.

### **Equipos mineros**

#### **- Excavadora**

Se da el cinematismo y potencia hidráulico que tienen la capacidad de realizar aplicaciones severas (vea las planillas de desempeño) esto pasa ya que existe puntos de fijación de cilindros de excavación y a la vez cilindro de levantamiento y a esto se suma el sistema hidráulico de gran capacidad.

Los brazos y el montaje central de los cilindros benefician para una visibilidad posterior debido al que tiene un perfil estrecho. Desde la cabina del operador a través de una palanca se manipula, la traba de seguridad mecánica, y otra opción que presenta es, un brazo telescópico que puede aumentar la excavación con una profundidad de 5,62 m, muy semejante a las excavadoras hidráulicas de un porte mediano.

El cucharón o cuchara que puede ser ensamblada en dos posiciones: tanto para favorecer la excavación con más fuerza y otra que hace más sencillo el descargar materiales, fundamentalmente los que con frecuencia se adhieren a la superficie de la cuchara. Así también, hay varios equipos disponibles, tal como enganches rápidos, mecánicos o hidráulicos, instalación hidráulica para martillo, cucharas de diversas dimensiones, cucharas trapezoidales y cucharas para limpieza de canales.

#### **Parámetros de carguío**

En el carguío del material extraído del río se realiza utilizando maquinaria pesada tal como es la retroexcavadora y

específicamente la cargadora de la maquinaria y en seguida se describirá las características principales de la maquinaria.

- Cargadora

Las cargadoras LB fueron creadas para ser utilizadas en tareas donde se requiere gran fuerza de desgarre y una gran fuerza de levantamiento, así como también de una mayor visibilidad.

El par de cilindros de volteo que posee la cuchara hace que tenga una distribución de esfuerzos mucho mejor, y conjuntamente con los cilindros de levantamiento, logran 6.484 kgf. de fuerza de desgarre y 3.334 kgf en la capacidad de levantamiento. En cuanto a la cuchara y su sistema de nivelación así como el retorno a la postura de excavación se hace de manera automática, y hace de las operaciones aún más seguras y simples.

Están disponibles cucharas 4x1 y 6x1, enganches rápidos, dientes y cuchillas reversibles, todo en busca de hacer un aumento en la adecuación y también en la versatilidad del equipo a las necesidades del trabajo.

### **Parámetros de transporte**

Para el transporte del material se realiza mediante un camión volquete que facilita esta operación y la hace más eficiente, en la cual se observa en la figura y a continuación se describirá algunas características fundamentales de este tipo de maquinaria:

- En cuanto al volquete o basculante su uso es para descargar materiales donde no haya intervención humana. Lógicamente las mercancías que se descargan se hace a través del sistema de basculamiento y también debe tener características especiales para no malograrse, por ejemplo: se puede transportar escombros, arena, basura, trigo, etc. Pero su utilización mayormente es en obras de excavación, rellenos, y transporte de arena o piedra.
- El basculamiento de la caja de carga se realiza mediante de un sistema hidráulico, conformado por una bomba, de un depósito de

aceite y normalmente, de uno o varios cilindros de tipo telescópico (por ahora no es nuestro caso) que actúan como empuje sobre la caja de carga.

### 4.3. Geología económica

#### Agregados

Frecuentemente se tiene una idea de "agregados" a la mezcla de piedra y arena con granulometría variable. El concreto está formado fundamentalmente con agregados y una pasta cementicia, que son elementos que tienen comportamientos muy distintos:

La definición de agregado viene a ser el conjunto de partículas inorgánicas ya sea de origen natural como artificial y sus dimensiones están señalados por la NTP (Norma Técnica Peruana) 400.011.

### 4.4. Línea Base de la Cantera

La cantara Huayabomba antes de empezar a aplicar nuestro trabajo a favor de la Optimización de procesos de Dicha cantera se encontró con los siguientes factores iniciales:

**Tabla N° 4:** Factores Iniciales

Método de explotación	Cielo abierto
Dist. de Transporte	50m
H. de Banco	18m
Ancho de Banco	variable
Ángulo de talud de banco	85°
Bermas	Sin berma
Ancho de vía	4
Ancho mín. de trabajo	10m
Fondo de explotación	Sin calcular
Factor de seguridad	Sin calcular
Espacio de maniobra de la Excavadora	3m

Fuente: elaboración propia

El diseño para la explotación se hizo teniendo en cuenta la siguiente información:

**Tabla N°5.** Información inicial

Mineral	Arena fina y arena gruesa
Producción Mensual Programada	4563
Total de Res. Probadas	Sin calcular
Cota Base	2322
Cota Base inferior	2050
Cantidad de personal	5
Equipos y Maquinaria	Excavadora, volquete, cargador
Costos Fijos mensuales	125.80
Ventas mensuales en promedio de material fino	1369
Ventas mensuales en promedio de material grueso	3194

Fuente elaboración propia

#### 4.5. Diseño de la cantera

##### Altura de banco

Para determinar la altura de banco, se toma en cuenta la altura máxima de alcance de la excavadora, siendo esta, según sus especificaciones, 9.79m. Entonces la altura de banco será.

$$H_b = H_{m\acute{a}x} * 0.9$$

$$H_b = 9.79m * 0.9$$

$$H_b = 8.811 = 8.9m$$

##### Ángulo de talud de banco de explotación

El ángulo de talud de banco, se determina a partir del coeficiente de Protodiakonov. ( $Cp$ ). Considerando que, las areniscas son resistentes, entonces  $Cp = 8$ , se reemplaza en la ecuación.

$$\beta = \text{arc tan}(Cp)$$

$$\beta = \text{arc tan}(8)$$

$$\beta = 82.87^\circ = 82^\circ$$

### **Cálculo de la berma de seguridad**

Mediante la siguiente ecuación de determina la berma de seguridad.

$$B = h * \tan(\alpha_B - \phi)$$

$$B = 8.9 * \tan(90 - 82^\circ)$$

$$B = 1.25\text{m}$$

### **Ancho de la vía**

Se considera el ancho de los vehículos y la cantidad de carriles, en el cálculo del ancho de la vía, haciendo uso de la ecuación siguiente.

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

a = Ancho del vehículo = según las especificaciones de la maquinaria = 2.59 m

n = Número de carriles = 2

$$T = 2.59 * (0.5 + 1.5 * 2)$$

$$T = 9.065\text{m}$$

### **Espacio de maniobra para la excavadora**

Se calcula con la siguiente expresión:

$$C = 1.5 A_e$$

Dónde:  $A_e$  = Ancho de la excavadora = 2.59 m

$$C = 1.5 * 2.59$$

$$C = 3.88 \text{ m}$$

### **Ancho mínimo de trabajo**

Para determinar el ancho mínimo de trabajo se requiere primero calcular la berma de seguridad, el espacio de maniobra para las excavadoras, el ancho de la vía.

$$B_{pt} = A + C + T + B$$

A = Ancho de la pila de material (m) = 5m

$$B_{pt} = 5 + 3.88 + 9.065 + 1.25$$

$$B_{pt} = 19.195 = 19.20\text{m}$$

#### 4.6. Cubicación de las reservas

**Tabla 6:** *Cubicación de reservas de la Cantera.*

CUBICACIÓN			
AREAS (m2)		DISTANCIA (m)	VOLUMEN PARCIAL (m3)
AS1	125174		
AS2	131660	436.05	55996232.85
AS2	131660		
AS3	127986	345.89	44904477.47
AS3	127986		
AS4	147922	388.75	53629617.5
AS4	147922		
AS5	181620	460.95	75951192.45
AS5	181620		
AS6	187706	387.41	71540292.83
AS6	187706		
AS7	151505	362.98	61563404.39
AS7	151505		
AS8	103702	282.04	35989291.14
AS8	103702		
AS9	47113	327.55	24699726.63
AS9	47113		
AS10	21730	383.85	13212692.78
<b>VOLUMEN TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>			437486928
<b>DENSIDAD DEL AGREGADO (TM/m<sup>3</sup>)</b>			2.7
<b>TONELAJE (TM)</b>			1181214706

Fuente: Elaboración propia, 2021.

**Tabla N°7:** *Producción de agregados en el 2021.*

PRODUCCIÓN 2021			
AREAS (m2)		DISTANCIA (m)	VOLUMEN PARCIAL (m3)
AS1	121		
AS2	392	436.05	111846.825
<b>VOLUMEN TOTAL (m3)</b>			111846.825
<b>DENSIDAD DEL AGREGADO (TM/m3)</b>			2.7
<b>TONELAJE ANUAL (TM)</b>			301986.428
<b>TONELAJE DIARIO (TM/dia)</b>			827.360075

Fuente: Elaboración propia, 2021.

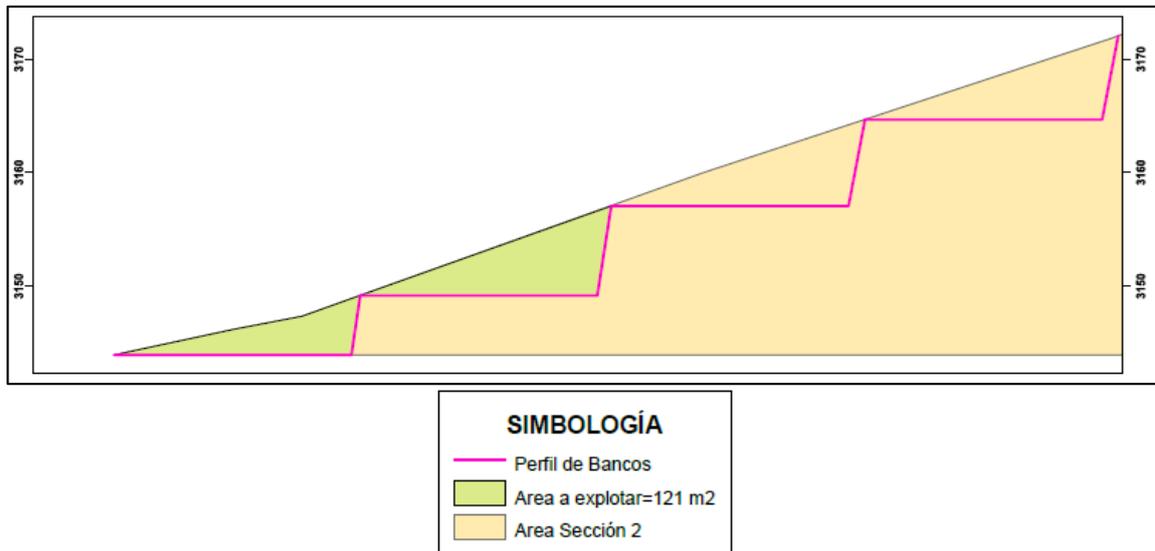


Figura 98. Diseño de taludes de la cantera.

Fuente: elaboración Propia

#### 4.7. Vida Útil de la Cantera

La vida útil de toda la cantera fue estimada inicialmente en :

$$Vida\ util = \frac{Total\ de\ Reservas\ probadas}{produccion\ anual\ Estimado} = \frac{437486928}{4563 * 12} = 7.989.8años$$

Vida útil de los frentes de trabajo actuales

$$Vida\ util = \frac{Total\ de\ Reservas\ probadas}{produccion\ anual\ Estimado} = \frac{111846.825}{4563 * 12} = 2.043años$$

#### 4.8. Análisis para Estabilidad de Taludes en Canchas de Desmonte

Los trabajos mineros que se ejecutan en las canteras origina una acumulación de desmonte en diversos lugares (canchas), con volúmenes, áreas, granulometría, formas, propiedades y múltiples características. Es necesario manifestar que en el área de estudio se generaron botaderos debido a las actividades mineras hechas a tajo abierto.

##### Evaluación de Estabilidad Física

En cuanto a la estabilidad física esto considera a la estabilidad de los taludes, a través de los cuales sirven como defensa de derrumbes o deslizamientos ya sea en áreas cercanas o también alejadas. La

estabilidad física toma en consideración las propiedades geotécnicas del lugar entre otros factores tales como la acción sísmica.

En cuanto a la utilización de criterios para el diseño su soporte está en la aplicación de metodologías de análisis y diseño para obras de ingeniería geotecnia. En cuanto a los ensayos y pruebas para adquirir la información de sitio y así como de la existencia de materiales que cumplen con estándares internacionales en sus procedimientos. Los criterios de diseño se enfocan en el uso de procedimientos de análisis, modelos y diseños que son usados constantemente debido a los resultados obtenidos en proyectos semejantes.

Los taludes tendrán un comportamiento apropiado si es que se considera los criterios de estabilidad al cual hicimos mención, y esto ocurrirá desde una perspectiva de la resistencia de materiales y suelos involucrados, así como el grado y nivel de deformación de taludes frente fenómenos sísmicos, condiciones sugeridas para el prolongado periodo de exposición sísmica.

Para la estabilidad se asumen superficies de falla tipo planar, circular, o del tipo bloque. Se utiliza los métodos de equilibrio límite de Bishop Simplificado y de Janbu. En el análisis de estabilidad se llevó a cabo haciendo uso del software PCSTABL6H desarrollado en la Universidad de Purdue, EE.UU.

En el análisis de estabilidad tienen en cuenta al comportamiento drenado a través de la utilización de parámetros de resistencia efectivos de materiales granulares, suelos y drenantes, que son parte de la conformación de la cantera.

Los parámetros de resistencia se han establecido desde la evaluación insitu a través de la caracterización granulométrica global y ensayos triaxiales del material matriz con un máximo menor a 3/8" en su tamaño. En ese sentido se consideró que la fricción tiene un ángulo de 2 a 3 grados sobre lo obtenido en las pruebas triaxiales teniendo en cuenta la gradación del material en conjunto.

### A. Cálculo de la estabilidad del talud Veta 1

Considerando la cohesión 0.1 KPa y ángulo de fricción 38°; estos datos han sido ingresados al programa SLIDE, para arenas.

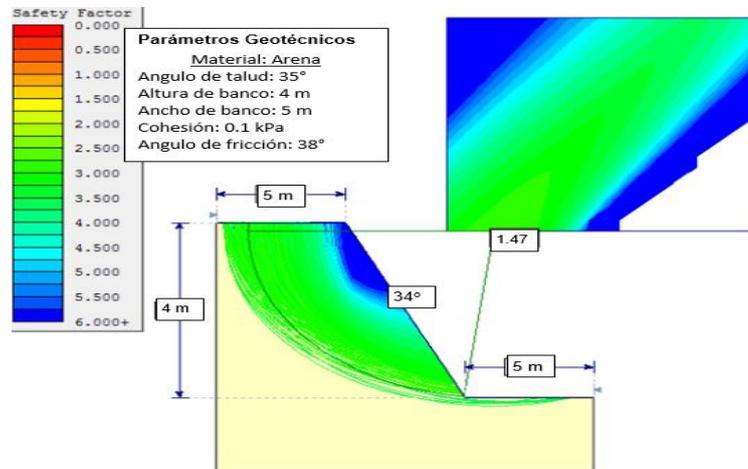


Figura 19: Factor de seguridad es 1.47.

Fuente: elaboración propia

### B. Cálculo de la estabilidad del talud Veta 2

Considerando la cohesión 0.12 KPa y ángulo de fricción 38°; estos datos han sido ingresados al programa SLIDE, para arenas.

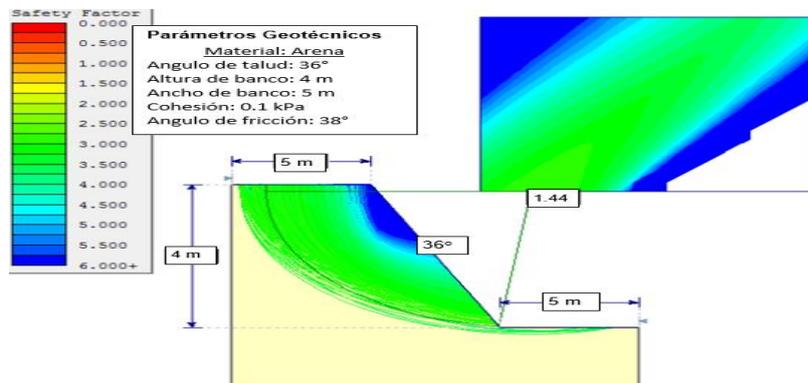


Figura 20: Factor de seguridad es 1.44.

Fuente: elaboración Propia

### C. Cálculo de la estabilidad del talud Veta 3

Considerando la cohesión 0.1 KPa y ángulo de fricción 37.7°; estos datos han sido ingresados al programa SLIDE, para arenas.

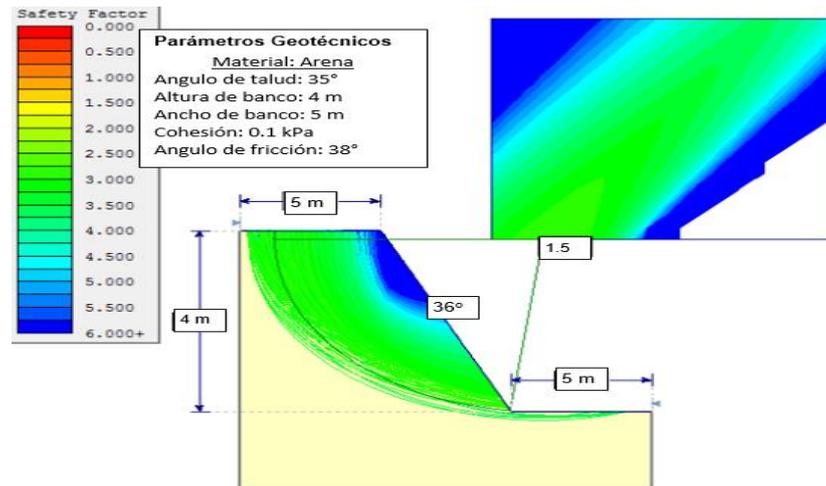


Figura 101: Factor de seguridad es 1.5.

*Fuente Elaboración propia.*

### **Análisis de estabilidad de taludes en tajos**

Con el resultado de las evaluaciones geomecánicas de sus taludes rocosos se ha establecido la estabilidad de la cantera, como ya se sabe los macizos rocosos tiene un comportamiento muy relacionado a la existencia de la cantidad de familias de discontinuidades, la orientación teniendo referente a los taludes en estudio, y su distribución espacial

Por consiguiente, para determinar las fallas principales se hizo la evaluación geomecánica, estableciendo así la dirección del buzamiento, el RQD, espaciamiento de las discontinuidades, persistencia y otros aspectos de importancia. En el estudio y evaluación geomecánica se hizo uso del software CONTEO para poder hallar familias de discontinuidades principales e identificar el tipo de falla con mayor probabilidad de ocurrencia en el talud, después de que se determinó el tipo de falla y se realiza el análisis caso por caso a través del método de equilibrio límite. Del estudio hecho al macizo rocoso se logró determinar los siguientes tipos de falla.

#### **D. Fractura tipo Planar**

Es la fractura más frecuente debido a su tipo que se observa en un talud, y se genera en la roca debido a una fractura dominante, debidamente orientada al talud. La salida que brinda el software

informático “CONTEO”, la zona donde ocurre la falla planar está limitada por el buzamiento y el ángulo de fricción del talud.



Figura 112:Fracturas planares

Fuente: elaboración propia

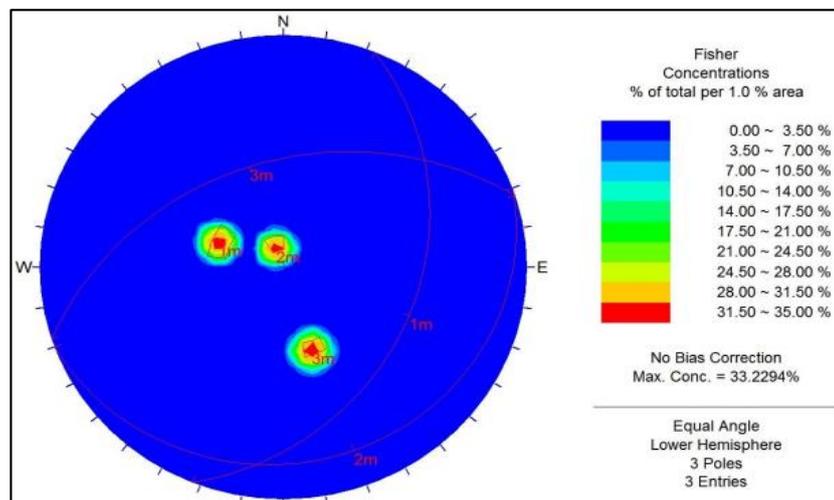


Figura 123: Concentraciones Fisher de las discontinuidades planares.

Fuente: elaboración propia

### E. Fractura tipo cuña

Esta fractura se genera por un par de discontinuidades dispuestas de forma oblicua a la superficie del talud la intersección de ambas, apareciendo en la faz del mismo además de ser visible su buzamiento. Para conseguir el del factor de seguridad se vuelve más

complejo frente al caso de rotura planar ya que para poder calcularlo se considera tridimensionalmente, teniendo en cuenta las características geométricas del problema, lo cual conlleva un número mucho mayor de variables angulares.



Figura24: Fractura tipo cuña.

Fuente elaboración propia

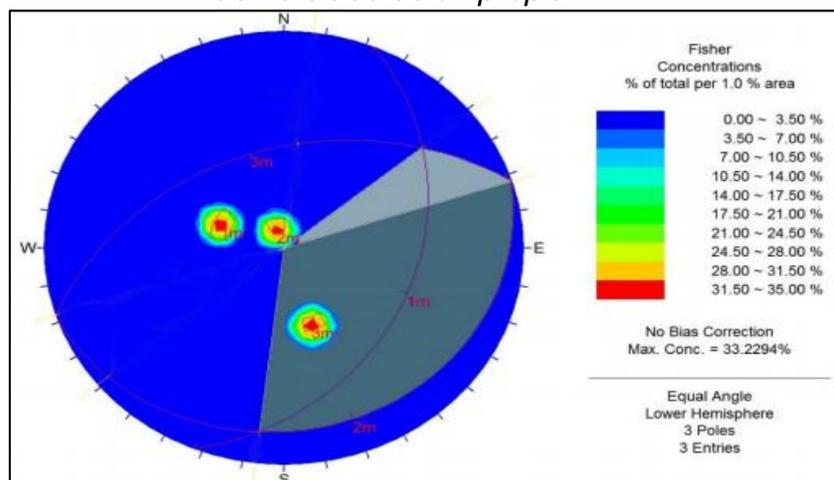
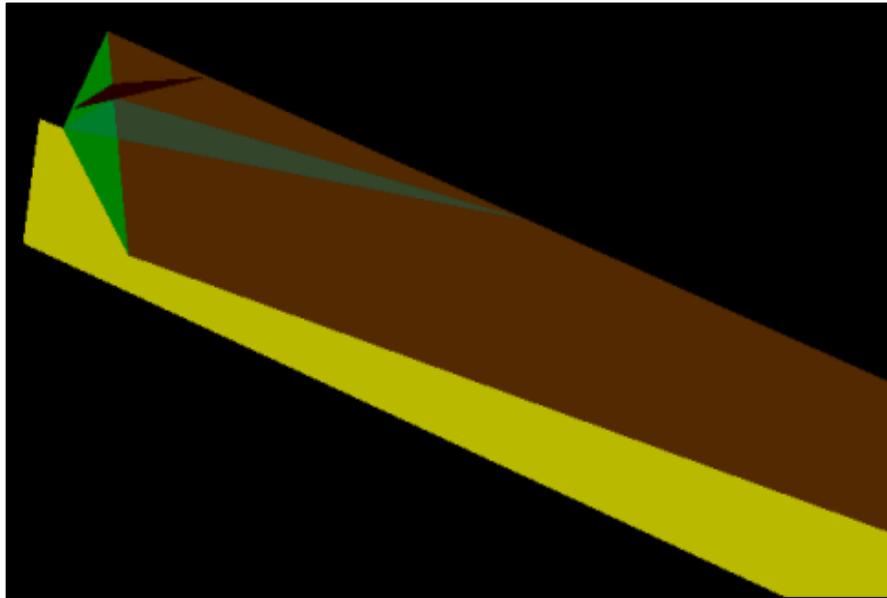


Figura 135: Concentraciones Fisher de las discontinuidades tipo cuña.

Fuente elaboración propia



*Figura 146:* Cuña de fractura resultado de la aplicación del software GEO5 v16 Demo.

Fuente: elaboración propia.

#### **F. Fractura por volteo**

Esta fractura se genera debido a que las dos familias de discontinuidades perpendiculares convenientemente orientadas generan un sistema de bloques. Para determinar la estabilidad de los taludes se lo hace teniendo en cuenta la variación de la dirección de las discontinuidades.



*Figura 157:* Fractura por volteo.

Fuente: *Elaboración Propia*

**Tabla 8: Análisis de discontinuidades.**

Ubicación	Familias principales (Dir.Buz. / Buz.)	Familias que producen fallas		
		Falla Planar	Falla por cuña	Falla por Volteo
Estación - 01	1) 360° / 83°			
	2) 90° / 65°			
	3) 155° / 63°	---	---	---
	4) 160° / 15°			
	5) 195° / 59°			
Estación - 02	1) 165° / 76°			
	2) 197° / 57°	---	2,4	---
	3) 340° / 69°			
	4) 88° / 47°			
Estación - 03	1) 42° / 70°			
	2) 48° / 37°			
	3) 173° / 55°	2	2,5	---
	4) 310° / 29°			
	5) 295° / 76°			
Estación - 04	1) 125° / 87°			
	2) 15° / 85°			
	3) 247° / 34°	---	---	---
	4) 275° / 57°			
	5) 79° / 57°			
Estación - 05	1) 315° / 57°			
	2) 55° / 84°	3	---	---
	3) 166° / 60°			
	4) 325° / 84°			
Estación - 06	1) 325° / 54°			
	2) 78° / 73°	---	---	---
	3) 170° / 72°			
	4) 110° / 07°			
Estación - 07	1) 357° / 77°			
	2) 325° / 45°	2	2,4	---
	3) 150° / 20°		1,2	
	4) 75° / 85°			

**Fuente:** Elaboración propia

Para realizar el análisis de discontinuidades se tuvo en cuenta un ángulo de talud igual a 65°, que viene a ser el promedio en cuanto se refiere a inclinaciones de los tajos evaluados.

Para la evaluación de las fallas mostradas en las discontinuidades analizadas se usaron los softwares SWEDGE y PLANAR para los casos de fallas por cuña y planar respectivamente.

Las tablas siguientes dan a conocer los factores de seguridad determinados en la evaluación.

**Tabla 9:** Factores de seguridad de la Falla planar.

Ubicación	Familias principales (Dir.Buz. / Buz.)	Falla Planar	FS
Veta 1	1. 42° / 70°	2	1,32
	2. 48° / 37°		
	3. 173° / 55°		
	4. 310° / 29°		
	5. 295° / 76°		
Veta 2	1. 315° / 57°	3	1,87
	2. 55° / 84°		
	3. 166° / 60°		
	4. 325° / 84°		
Veta 3	1. 357° / 77°	2	1,36
	2. 325° / 45°		
	3. 150° / 20°		
	4. 75° / 85°		

Fuente; elaboración propia

**Tabla Nº10:** Factores de seguridad de la Falla por cuña.

Ubicación	Familias principales (Dir.Buz. / Buz.)	Falla por cuña	FS
Veta 3	1) 165° / 76°	2,4	1,09
	2) 197° / 57°		
	3) 340° / 69°		
	4) 88° / 47°		
Veta 2	1) 42° / 70°	2,5	1,27
	2) 48° / 37°		
	3) 173° / 55°		
	4) 310° / 29°		
	5) 295° / 76°		
Veta 3	1) 357° / 77°	2,4	1,59
	2) 325° / 45°		
	3) 150° / 20°	1,2	2,64
	4) 75° / 85°		

Fuente; elaboración propia

#### 4.9. Planificación del calendario de trabajo

La jornada laboral en la cantera se llevara a cabo con un solo turno de 8 horas al día, durante los días de lunes a sábado y con media hora de colación, donde

es de suponer que el trabajo real o efectivo es del 90% aproximadamente, ya que se tiene en consideración los tiempos muertos a causa del tiempo ocioso o desperdiciado por los empleados y por causa de algunos problemas que puedan generarse en los procesos productivos en la planta tal vez porque la maquinaria funciona mal, cuellos de botellas, insumos insuficientes, etc. Se ha considerado al año normal con 365 días (no se tiene en cuenta estacionalidad por la demanda constante durante el año), descontando los domingos (52 días) y feriados legales (12 días), el total de días hábiles de trabajo durante el 2021 pertenece a la Ecuación 1.

### **Ecuación 1: días útiles de trabajo del 2021**

$$\text{Días utiles de trabajo del 2016} = 365 \text{ días} - 52 \text{ días} - 12 \text{ días} = 301 \text{ días}$$

Después, el total de horas efectivas de los turnos y las horas de trabajo semanal se obtiene a partir de la ecuación 2 y ecuación 3.

### **Ecuación 2: número de horas efectivas por turno**

$$\text{Número de hrs efectivas por turno} = (8 - 0,5)\text{horas} * 0,90 = 6,75 \text{ horas/turno diario}$$

### **horas de trabajo por semana**

$$\begin{aligned} \text{N}^{\circ} \text{ de hrs. efectivas por turno} &= (8 - 0.5)\text{hors} * 0.90 \\ &= 6.75 \frac{\text{horas}}{\text{turno diario}} \end{aligned}$$

**Tabla N° 11:** Resumen calendario de trabajo

DETALLE	DATO	UNIDAD
Días hábiles por año	365	Días/año
Días hábiles por sem.	6	Días/sem.
Turno laboral	8:00-12:00 a 14:00- 17:00	Horas
Horas de Trabajo por sem.	45	Horas/sem.
Horas de Trabajo/ día	7.5	Horas/día
Eficiencia Esperada	90%	
Horas efectivas de Trabajo	6.7	Horas Turno/diario
Nº de horas efectivas al año	2031.7	Horas/año

Fuente: elaboración propia

#### 4.10. Costos

##### Costo de remoción de material

La productividad de la excavadora 320 en un el depósito de conglomerado de rocas de areniscas antes de la optimización es de: 27m<sup>3</sup> /h que al multiplicarlo por el peso específico promedio de 2.7 nos resulta 72.9 TM/h. dicho valor fue obtenido al aplicar el cálculo de producción con fórmulas

Conglomerado de canto rodado "corte semi duro" .....	0.80
Corrección de pendientes .....	1.10
Técnicas para el corte .....	1.10
Operador regular .....	0.65
Eficiencia de trabajo (50min/hora) .....	0.70
Corrección de la den. (2.300/2.650) .....	0.87

##### FORMULA

$$P = PM \times FP$$

Dónde: P: Producción.

PM: Producción máxima.

$$FP: \text{Factores de producción.} = (70\text{m}^3/\text{h})(0.80)(1.10)(1.10)(0.65)(0.70)(0.87) = 18.8 \text{ m}^3 / \text{h}$$

*La producción que se establece considerando una eficiencia de trabajo con una eficiencia de 90% es:*

$$FP: \text{Factores de producción.} = (70\text{m}^3/\text{h})(0.80)(1.10)(1.10)(0.65)(0.90)(0.87) = 34.5 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

Este rendimiento considera al material roto o fragmentado y con distancia de empuje en las pendientes negativas, que está por debajo de 20m. El costo unitario es de 0.62 soles/TM obteniendo un costo total de remoción de derribo de 0.62 soles /TM.

## **COSTO UNITARIO DE CARGUIO Y MOVILIZACION DE MATERIAL**

De los trabajos de carguío se encarga el cargador, alimentación de planta, apilado de materiales y carguío a las unidades de acarreo establecidas para trasladar el producto; proponemos 6.5 horas de trabajo como mínimo de las 08 horas que tiene la jornada laboral.

El cálculo del costo unitario se realizó considerando los siguientes datos.

### **EXCABADORA**

**Tabla N° 12:** costo unitario de excavadora

DESCRIPCIÓN	S/. DIA
Costo de combustible	208
Costo de mantenimiento de maquinaria	20
Costo de mano de obra (operador)	66.8
total	296.8

**Fuente:** Elaboración propia

### **FORMULA**

$$\text{CUCM} = \text{COcf}/\text{PD}$$

Dónde:

CUCM: Costo unitario de carguío y movilización de materiales con cargador frontal.

COcf: Costo Operación Cargador frontal.

PD: Producción Día en TM.

$$\text{CUCM} = 296.8/175.5$$

El costo unitario de acarreo de material es de 1.69 S/. /TM.

## **COSTO UNITARIO DE ACARREO CON VOLQUETE**

El material apilado se trasladará desde la pila de carguío a la cancha de alimentación de tolva. Despues se llevara de las pilas de material chancado

hacia la cancha de depósito. El transporte del material a las obras tiene un costo independiente, y no está establecido en este cálculo debido a que no se incluirá en el costo del material puesto en cantera.

## VOLQUETE

**Tabla N° 13:** costo unitario Volquete

DESCRIPCIÓN	S/. DIA
Costo de combustible	208
Costo de mantenimiento de maquinaria	20
Costo de mano de obra (operador)	66.8
total	296.8

**Fuente:** Elaboración propia

## FORMULA

$$CUAM = COV/PD$$

$$CCUAM = 296.8/175.5$$

CUAM = Costo Unitario de Acarreo de Material.

COV = Costo Operación Volquete.

PD = Producción diaria TM.

El costo unitario de acarreo de material es de 1.69 S/. /TM.

En el caso del cargador frontal se estimó las mismas cantidades puesto que el cargador frontal está operativo durante toda la jornada si no es cargando material estará pasando por la zaranda para la clasificación de los agregados correspondientes

## COSTO DE EDIFICACIÓN Y SERVICIOS

Los costos que corresponde a los servicios y edificaciones que se tendrán desarrollar en la cantera Huayobamba es de S/. 25,316. 78, los mismos que se detallan seguidamente en la tabla mostrada.

**Tabla N° 14:** Edificación de servicios

N°	Descripción	Valor (S/.)
1	preparación de plataformas y accesos	6,769.263
2	Módulos (sala de control, oficina, almacén, comedor, vestuarios)	9,937.70
3	Red para Agua (mitigación de polvo en planta)	3,084.60
4	Suministros eléctricos (elaboración de proyecto e instalación)	2,477.70
5	Imprevistos 15%	3,047.517
Total		25,316.78

**Fuente:** Elaboración propia

### **COSTO MANO DE OBRA MINA**

Para los costos de la mano de obra correspondientes, necesarias para la fase de explotación en la cantera HUAYOBAMBA se hace detallar a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla N° 15:** costo mano de obra

ITEM	PERSONAL	CANT.	SUELDO (S/. -mes)	SUELDO (S/.-AÑO)
	Ing. Residente	---	-----	-----
	Operador de Excavadora	1	2000	24000
	Operador de Cargador	1	2000	24000
	Operador de Volqueta	1	2000	24000
	Operador de Planta	---	-----	-----
	Controlador	1	1200	14400
	Ayudantes	----	-----	-----
	Vigilantes	-----	-----	-----
	Total		7200	

**Fuente:** Elaboración propia

### **COSTO DE PERSONAL ADMINISTRATIVO Y AUXILIAR**

el costo que compete al personal administrativo y así mismo del personal auxiliar que son esenciales para la administración y coordinaciones de la cantera, esta detallado a continuación.

**Tabla N° 16:** costo personal administrativo

ITEM	PERSONAL	CANT.	SUELDO (S/. -mes)	SUELDO (S/.-AÑO)
	Gerente	1	2000	24000
	Administrador	---		
	Secretaria	----		
	Despachador	-----		

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.11. Capacidad total de producción

La cantera esta, dentro de la Provincia de San Marcos debido a la existencia de escasas empresas productoras de áridos en el lugar o zona y la demanda viene subiendo continuamente en los últimos años. En la provincia existe demanda de áridos sin embargo ya existen otras empresas artesanales para abastecerla, lo que hace de esto un mercado atractivo por la poca producción que hay en la zona.

**TABLA N°17** : m3 de agregados consumidos de la Cantera Huayobamba (consumo Aprox.) últimos 3 años.

MES	2019	2020	2021
Ene.	4050	4350	4560
Feb.	4121	4165	4565
Mar.	4147	---	4560
Abr.	4150	---	4550
May.	4145	---	4225
Jun.	4148	---	4567
Jul.	4120	---	4560
Ago.	4159	3153	4563
Sep.	4160	4180	4563
Oct.	4140	4180	---
Nov.	4160	4570	---
Dic.	4165	4565	---
<b>TOTAL</b>	<b>45518</b>	<b>24983</b>	<b>36146</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.12. Capacidad de producción por producto

A continuación se presenta la tabla donde se observan el porcentaje de venta para los productos de la cantera huayobamba, en función a esto toma en cuenta el porcentaje de producción para cada producto los cuales deben coincidir con las ventas para que de esta manera no se almacene mayor cantidad de uno de los productos, sino más bien que exista proporción entre todos los productos producidos.

**Tabla N°18:** cantidad de áridos total vendidos de la cantera Huyobamba

Producto	Porcentaje	Cantidad/día
Arena Fina	30	52.65
Arena Gruesa	70	122.85

**Fuente:** Elaboración propia

Con los productos producidos anualmente calculadas ya y es posible hacer la estimación de la producción por hora como diaria teniendo en cuenta y descontando feriados que los días laborales son 301, y que en un día de trabajo se cuenta con 6.75 hrs de trabajo y con el 90% de eficiencia para el trabajo, ver Tabla.

**TABLA N°19:** Producción Estimada por Hora de acuerdo al producto al 90% de eficiencia

Producto	Producción (m3/día)	Producción (m3/hora)
Arena fina	67.275	10.35
Arena gruesa	156.975	24.15

**Fuente:** Elaboración propia

La producción de la cantera con una eficiencia de 90% que se debe alcanzar en los próximos meses es de 224.25

**TABLA N°20:** Producción estimada por producto al año al 90% de eficiencia

Producto	Cantidad a producir (m <sup>3</sup> /año)
Arena fina	20,989.8
Arena gruesa	48,976.2

Fuente: Elaboración propia

### Calculo de la capacidad por hora efectiva de la planta

$$Cap. por hora efectiva = \frac{Produccion\ Anual}{NHA} = \frac{69966}{2031.75} = 34.44 \frac{m^3}{hora}$$

#### 4.13. Maquinaria o equipos a implementar

Acá en este apartado se muestran las diferentes alternativas de equipos y maquinas en cada proceso, se considera los detalles de cada una de sus características, elección y evaluación para la mejor opción. Las elecciones dependerán exclusivamente de los costos de operación donde se incluye el consumo de energía del equipo, operadores y costos de mantenimiento. Muchas veces los equipos usan la misma cantidad de operarios por lo cual no se considera en los costos debido a que no afectan en el proceso de selección de los equipos.

#### Proceso de extracción

En cuanto a la materia prima y su proceso de extracción es necesario contar con excavadora con la capacidad de extraer 34,8m<sup>3</sup> cada hora de áridos. Extraer las materias primas es su función principal y lo hace desde la cantera y lo carga sobre los camiones trasportadores. En ese sentido fue posible evaluar 3 opciones con distintas características, las cuales se resumen en la siguiente tabla, las características que no se consideran en la tabla se debe a que están presentes en las 3 alternativas en ese sentido no influye de ningún modo en la comparación de las alternativas.

**TABLA N°21:** resumen características de las excavadoras

características	unidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Marca	-	Jhon Deere	Komatsu	Caterpillar
Modelo	-	350G LC	PC300-8	336F
Garantía	meses	6	12	6
Potencia	kW	202	184	226
Peso neto	KG	33.632	31.100	40.100
Capacidad Cucharón	m <sup>3</sup>	1,64	1,8	2,1
Dimensión	m	11,2x3,6x2,6	11,3x3,5x3,2	11,5x3,6x3,2
Rendimiento	Km/litros	6,8	5,6	6,2
Precio	\$	35,490.000	33.180.000	38,990.000

**Fuente:** elaboración propia en base a (Jhon Deere, 2016), (Komatsu, 2016) y (Caterpillar, 2016)

En la siguiente Tabla se presenta el resumen de las calificaciones y las ponderaciones de las distintas alternativas de acuerdo al criterio, donde la ponderación menor indica la máquina a utilizarse para el proceso de extracción.

Se consideró a la alternativa dos, puesto que la calificación obtenida entre todas las alternativas fue la más baja. Esta alternativa corresponde a la excavadora de la marca Komatsu, modelo PC 300-8, ya que se escogió por que tiene un costo de adquisición bajo.

**TABLA N° 22:** ponderación máquinas de extracción

Criterio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
C. de adquisición	13,19	12,33	14,49
C. de operación	19,03	20,97	20,00
Dimensión	5,76	6,96	7,28
Garantía	7,50	5,00	7,50
Total	45,48	45,26	49,27

**Fuente:** elaboración propia

## PROCESO DE TRANSPORTE DE ÁRIDOS

Al observar que el transporte no permite acarrear satisfactoriamente el material producido hasta los depósitos finales antes de ser vendido, o durante la venta debe ser transportado hasta el lugar que el cliente señale

Luego de los procesos de extracción, se lleva acabo el transporte que se hace para un procesamiento a posteriori, el cual se hace a través de camiones tolvas, mismos que son ocupados para el despacho de áridos, estando ya aptos para su venta. En cuanto a la capacidad total de este proceso de áridos es de es de  $34,8m^3/hora$ .

Para este caso se consideraron 3 opciones de camiones tolvas con distintas características, de las cuales se hizo un resumen en la siguiente Tabla.

**TABLA N°23:** resumen de las características de los camiones tolvas

características	unidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Marca	-	JAC	Ford	Mercedes Benz
Modelo	-	Lender 3311	Cargo 2629	Atego 1719
Garantía	meses	12	6	10
Potencia	kW	251	216	200
Peso neto	KG	9,980	8,200	7,898
Capacidad Cucharon	m <sup>3</sup>	14	18	15
Dimensión	m	7,5x2,5x3,2	7,5x2,5x3,1	7,4x2,5x3,1
Rendimiento	Km/litros	5,9	6,2	6,4
Precio	\$	53,990.000	55,990.000	57.490,000

**Fuente:** elaboración propia en base a (Camiones Jac, 2016) (Ford,2016) y (Kaufman, 2016)

En la Tabla siguiente se realizó un resumen de las estimaciones, en la cual la mayor ponderación señala la máquina que se utilizara para el proceso de transporte.

**TABLA N° 24:** Resumen de las ponderaciones

Criterio	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
C. de adquisición	12,90	113,37	13.73
C. de operación	20,43	19,95	19.62
Dimensión	6,84	6,62	6,54
Garantía	5,71	7,86	6,43
Total	45,88	47.80	46.32

**Fuente:** elaboración propia

#### 4.14. Precio unitario de venta

En toda la provincia realizamos un estudio de precios de agregados de construcción, donde pudo determinar el valor para nuestros productos para su comercialización, así como precio venta se estimado de S/35.00 y S/.60.00 nuevos soles por metro cubico, más el iGV.

#### Calculo de ingresos por ventas

Dado que el precio de la arena gruesa es de S/35.00 y de la arena fina S/.50.00 por metro cubico, y la producción durante cada periodo fue establecida. Se puede establecer los ingresos de las ventas en la siguiente tabla:

**Tabla N° 25:** Ingresos por Arena fina

Descripción	67.275 m3/día	1749.15m3 /mes	20989.8m3/año
Ingreso Ventas	3,363.75	87,457.5	1049,490

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 26:** Ingresos por Arena gruesa

Descripción	156.975 m3/dia	4081.35m3 /mes	48976.2m3/año
Ingreso por Ventas	5494.125	142,847.25	1,714,167.00

Fuente: Elaboración propia

#### Cálculo de ciclo de transporte.

Dado que en muchos casos los clientes de la cantera Huayobamba se encuentran a diferentes distancias hemos realizado un cuadro teniendo en cuenta una distancia de 1km.

**Tabla N°27 :** ciclo de transporte

Trasporte para distancia 1km	
Jornada laboral	8.00 horas
Distancia	1.00 km
Vel. del volquete cagado	25.00 km/h
Vel. del volquete vacío	30.00 Km/h
Tiempo de cargado	2.50 min.
Tiempo ida	2.40 min.
Tiempo de descarga	3.43 min

Tiempo de regreso	2.00 min
Tiempo del ciclo de transporte	10.33 min
	0.17 h
Nº de vueltas por volquete	46.00
Eficiencia	90%
Nº volquetes a utilizar	1 unidad
Capacidad volquetes	15.00 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.15. Zarandeo

El zarandeo que se hace en la cantera huayobamba se hace con una zaranda para obtener módulos de finura 1½” y 3.0 respectivamente correspondiente para arenas gruesas y de las arenas finas, esta labor lo hace el cargador frontal llegando así a tener los dos agregados en porcentajes mencionados en cuadros anteriores, dado que la cantera es de areniscas son los únicos productos que se obtendrán dentro de la cantera llegando a separar y apilar a las arenas con las características que muestran cada una de las tablas siguientes.

##### Arenas Gruesas

Mediante los ensayos realizados en laboratorio para el agregado grueso (arena gruesa) de la Cantera Huyobamba se logró obtener los calores que corresponde a sus propiedades mecánicas y al hacer la comparación con las normas que especifican los límites admisibles, la arena fina de la cantera Huayobamba es apropiada.

**Tabla N° 28:** Propiedades mecánicas arena gruesa

ARENA GRUESA		
PROPIEDAD MECANICA	UNID.	VALOR
Tamaño nominal máximo	Plg	1 ½ “
P. Unitario suelto	gr/cm <sup>3</sup>	1.382
P. unitario compactado	gr/ cm <sup>3</sup>	1.558
Capacidad de Absorción	%	3.64
Abrasión	%	42.5

Fuente: Elaboración propia

## Arenas Finas

A través de los ensayos realizados en laboratorio al agregado fino (arena fina) de la Cantera Huyobamba se pudo obtener los valores que corresponde a sus propiedades mecánicas y al hacer la comparación con las normas que especifican los límites admisibles, la arena fina de la cantera Huayobamba es apropiada.

**Tabla N°29:** Propiedades mecánicas arena fina

ARENA FINA		
PROPIEDAD MECANICA	UNIDAD	VALOR
Tamaño nominal máximo	-	3.0
P. Unitario suelto	gr/cm <sup>3</sup>	1.326
P. unitario compactado	gr/ cm <sup>3</sup>	1.565
P. específico	%	2.68
Capacidad de absorción	%	1.23

Fuente: Elaboración propia

## 4.16. Optimización del proceso de explotación

### Comparación de parámetros

**Tabla N°30:** Comparación de parámetros.

Parámetro	Antes del diseño	Después del diseño
Altura de banco	18 m (banco único)	8.9 m
Angulo del talud	85°	82°
Berma de seguridad	Sin berma	1.25
Ancho de vía	4 m	9.065
Espacio de maniobra de la excavadora	3 m	3.88
Ancho mínimo de trabajo	10 m	19.20
Factor de seguridad	Sin calcular	1.65

Fuente: Elaboración propia

## Incremento de la producción

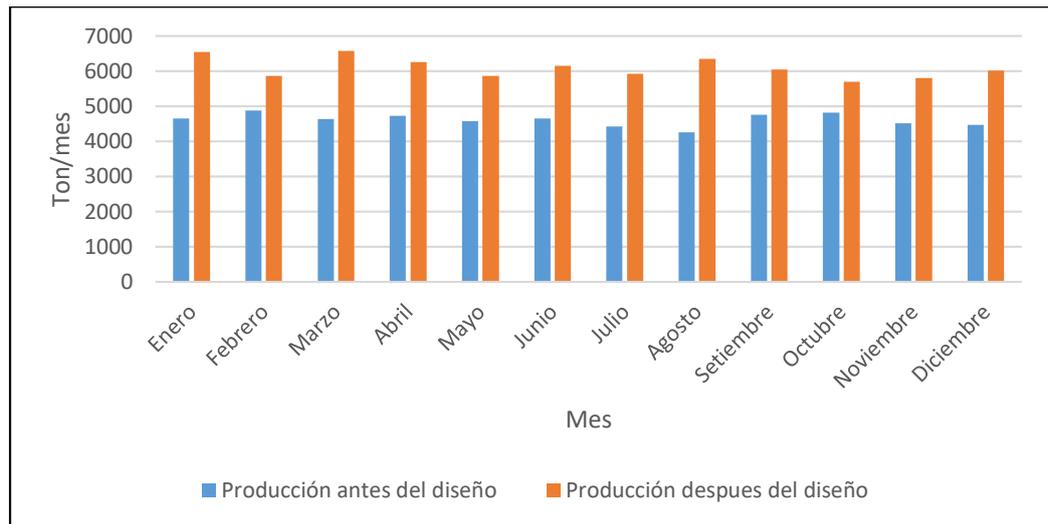


Figura 28. Producción antes del diseño.

Fuente: elaboración propia

## Comparación de producción de acuerdo a la eficiencia

Tabla Nº 31 : Producción según la eficiencia

	Con eficiencia inicial	Con eficiencia al 90%
Producción mensual	4563 m <sup>3</sup>	5860 m <sup>3</sup>
Producción arena fina por día	52.65 m <sup>3</sup>	67.275 m <sup>3</sup>
Prod. Arena gruesa por día	122.85	156.975
Capacidad de producción por hora efectiva	26.95 m <sup>3</sup> /h	34.4 m <sup>3</sup> /h
Ingresos por arena Fina	2632 soles	5382 soles
Ingresos por arena gruesa	4299.75 soles	9418.5 soles

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

El Reconocimiento que se realizó a la cantera Huayobamba de San Marcos; La productividad de dicha cantera está relacionada fundamentalmente a las extensiones que tiene el yacimiento minero explotable, debido a que permite obtener la determinación de cada etapa de explotación dando prioridad a las explotaciones desde un corto plazo hasta largo plazo, donde busca una forma más apropiada para hacer la extracción y establecer si el proyecto es (Zegarra, 2015). Una vez que se determina las dimensiones del terreno, se procede a la sectorialización de la cantera para establecer puntos estratégicos para la explotación y para las áreas administrativas.

En cuanto al barrido Topográfico se debe hacer un levantamiento topográfico dentro de la cantera Huayobamba que viene a ser la concesión, permitió establecer la delimitación y establecer las distintas áreas de esta cantera, así como también fue un procedimiento bastante importante para lograr la determinación de las reservas de dicha mina no metálica, evidenciando mediante la elaboración de un plano topográfico las distintas áreas con las que cuenta la cantera, Flores (2014) se refirió a la topografía de la zona manifestando que presentaba leves ondulaciones, y además cerca y en diferentes direcciones se observa cerros ligeramente abruptos pero de fácil acceso, siendo muy necesario realizar un levantamiento topográfico de las áreas de estudios para lograr un mejor desarrollo de los objetivos.

En cuanto a la Estabilidad de Taludes, Se tiene en cuenta a la estabilidad de los taludes como uno de los criterios importantes ya que los mismos sirven como defensa contra los derrumbes o deslizamientos en todas las áreas ya sean cercanas o también alejadas. El análisis de la estabilidad de taludes de la Cantera Huayobamba se hizo con la aplicación del software CONTEO y SLIDE, Estos análisis tienen en cuenta al comportamiento y resistencia del macizo rocoso existente en la cantera haciendo uso de parámetros de resistencia efectivos de suelos, materiales granulares y drenantes, que vienen a conformar a la cantera cuyas elevaciones no son de mayor altura. El desarrollo de este trabajo no concuerda con el autor Mendoza (2016) quien en su trabajo de investigación hace

mención a que para construir los taludes en los suelos se debe determinar los parámetros de diseño. Debido a que estos taludes tienen una profundidad de excavación efectiva o desnivel supera los 100 metros por eso son considerados de gran altura. Para ello, se llevo acabo los análisis de estabilidad bajo condiciones estáticas como pseudoestaticas considerando valores cambiantes de poropresión (Ru) para los suelos dado al desconocimiento de la ubicación exacta de la línea piezométrica.

Para la determinación del Sistema de Explotación y la maquinaria que se usara al desarrollar el proyecto, esto es un tema poco considerado durante la explotación de minerales no metálicos ya que es más considerada minería metálica, aun asi existen estudios de investigación que han conseguido darle importancia debida y esto es por las grandes extensiones donde se localizan los minerales no metalicos y también por el uso permanente y principalmente en la construcción. Uno de los estudios que se considera en la minería no metalica y son los materiales de construcción, estos materiales vienen a ser los que usamos en este estudio, se toma en cuenta el planteamiento de Carrera Ruiz, y presenta los siguientes objetivos: “Integración de resultados y cálculo de las reservas; y la valoración sobre la viabilidad de un proyecto de aprovechamiento minero en la zona” (2014, p.5). y al culminar se menciona a cada circunstancia de las actividades extractivas, las mismas que están de acorde a la cantidad y calidad del mineral y pertenece al Triásico, y son estas las que contiene una pureza superior, así mismo la topografía de la zona estudiada proporciona una explotación económicamente viable, siendo 87 totalmente rentable la extracción del mineral, a la vez que es accesible a la zona de explotación y está cerca y optima a las vías de comunicación lo cual contribuye al transporte del mineral explotado del yacimiento.

Para los dos casos, en cuanto respecta a la maquinaria que es necesaria se consideran a la retroexcavadora, excavadora y volquetes, aunque en nuestro trabajo de investigación la trituradora debido a que la factibilidad es estudiada en la explotación del mineral en el yacimiento no se considera. Frecuentemente cuando se trata de la evaluación económica, a la dimensión ambiental se deja de lado a pesar que actualmente es uno de los factores que ocasiona diversas controversias

en la sociedad, en este estudio se hicieron recomendaciones medioambientales considerando los principales medios afectados, y tomando en cuenta los impactos ocasionados por las canteras se consideró en el modo de evitar afecciones del suelo debido a la remoción del mineral desde el material estéril hasta la que tiene valor, también se buscó la forma de controlar el daño que se pueda producir en la atmosfera que es realizado con poca intensidad por el material quebrado emitido de la extracción y la fragmentación, a causa del fenómeno del niño se originó una revegetación de manera diseminada en el área de extracción originando que exista una afectación en la flora que puede ser mitigada, y sin lugar a duda se tiene en cuenta formas de no afectar al paisaje y a la sociedad.

Para la determinación de la rentabilidad del proyecto se hizo evaluaciones económicas y se menciona la evaluación económica de un proyecto minero, así también se menciona la parte operativa como a los costes generados los cuales en el presente trabajo de investigación tuvo un gran cambio, por lo que al realizar la extracción se hacía de manera descontrolada y sin tener una sistematización. La diferencia es que en algunos casos de minería no metálica se hace uso de explosivos en la explotación como lo es en el caso de material pétreo (Cruz, 2006) se utiliza maquinaria en el proceso de extracción del mineral para luego ser transportado a la trituradora, y después es llevado a su almacenamiento respectivo hasta que sea requerido en las obras.

Los resultados confirman la hipótesis en donde se mejoraron los procesos de explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos- Cajamarca, sin embargo, debe considerar que las mejoras se van a enlazar directamente con la demanda de agregados dentro y fuera de la provincia San Marcos. Tal como lo indica, Pérez (2019), al igual que en esta investigación hizo mejoras en los procesos concernientes a la explotación realizando estimaciones en las reservas por el método de los perfiles para calcular la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe.

Asimismo, no se está de acuerdo en que la optimización de procesos depende implícitamente del diseño de minas, ya que el proceso integral requiere el análisis

de cantidad de equipos, tipo de agregado, demanda y reservas. Tal como lo aseguran Gómez y Cuador realizaron una revisión bibliográfica sobre el tema de estimación de reserva minerales, a través del uso de procedimientos de estimación y simulación geoestadística se elaboró una metodología que permite demostrar la influencia del tamaño de la USM dentro de la exactitud y precisión en la estimación de los recursos minerales insitu, la cual puede ser usado tanto en yacimientos minerales sólidos metálicos como no metálicos.

Se concuerda con lo afirmado por Aguilar (2013) en que para mejorar los procesos de explotación de agregados es necesario conocer los aspectos geomorfológicos, económicos, diseño de minas, cubicación de reservas y análisis de estabilidad de taludes.

Se está de acuerdo con Chapilliquen (2017) y con lo que los resultados ayudan a confirmar, que si bien es cierto el diseño de la cantera planea la explotación de acuerdo a un promedio de demanda, sin embargo, se encuentran otros aspectos como las variaciones de costos del cubo de agregado, clima, ya que se considera que en temporada de invierno el nivel de construcción baja.

## VI. CONCLUSIONES

- 1) Las zonas de interés para la explotación de agregados son los afloramientos de la formación geológica Farrat dentro del área delimitada. Se utilizó el método de los perfiles para el cálculo de reservas de agregados. El área total calculado con el método de perfiles es 552 m<sup>2</sup>, el espeso promedio de la excavación es: 20 m. Por lo tanto, el volumen aproximado es 11 040 m<sup>3</sup>, de material extraído.
- 2) Los procesos geomorfológicos fueron por fuerzas externas y por fuerzas endógenas. De la cantera en estudio se va a extraer agregado fino y grueso, siendo denominado comúnmente como agregado de cerro, para explotarlo se va a emplear la explotación por banqueo, utilizando una excavadora, cargador y volquetes.
- 3) Los impactos que pueden generar la explotación de agregados son positivos y negativos; dentro de los positivos se encuentra la generación de empleo y dentro de los negativos se encuentran el cambio paisajístico, generación de gases y polvo.
- 4) Para el diseño de la cantera se determinó la altura del banco 8.9 m, el ángulo de talud del banco de explotación 82°, berma de seguridad 1.25 m, ancho de la vía 9.065 m, espacio de maniobra para la excavadora 3.88 m y el ancho mínimo de trabajo 19.20 m.
- 5) De acuerdo al estudio Geomecánico se determinó el ángulo de fricción promedio 38°, la cohesión va de 0.1 a 0.15 KPa y factor de seguridad va de 1.42 a 1.54.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1) Se recomienda llevar a cabo un mayor esfuerzo para sistematizar el conocimiento de impacto ambiental, así como hacer una mayor difusión mediante los medios de comunicación posibles, incluyendo internet, reuniones y talleres.
- 2) Se recomienda a las canteras de los alrededores de San Marcos, cambiar su método de explotación, por el método de explotación por bancos, para evitar los posibles deslizamientos de las partes superiores de la cantera, además facilitar la explotación y su aprovechamiento al máximo.
- 3) Para mejoría de forma significativa en las canteras activas sobre las prácticas actuales, es recomendable inducir a un control pro-activo de la posible negatividad de los impactos medioambientales y difusión de la innovación tecnológica e implementación de sistemas de gestión ambiental.
- 4) Se recomienda a todos los responsables de las canteras tener precisión en los resultados y estimaciones de todos los parámetros que involucran la contaminación del medio ambiente, es necesario contar con investigaciones detalladas y un Estudio de Impacto Ambiental a partir de una línea de base.

## REFERENCIAS

Acevedo, Hernán y Guerra, Rocio. Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana. (*tesis de pregrado*). s.l., Santiago, Chile : Universidad de Chile, 2015.

Aguilar, Juan. Caracterización Geotécnica y Estructural de la Rampa de Exploración y del Túnel de Drenaje, Mina Chuquicamata. *Memoria para optar el Título de Ingeniero Geólogo*. s.l., Santiago, Chile : Universidad de Chile, 2013.

Acevedo, Hernan y Guerra, Rocio. 2013. Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana. *Tesis profesional*. s.l., Santigo, Chile : Universidad de Chile, 2013.

Acevedo, Hernán y Guerra, Rocio. 2015. Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana. (*tesis de pregrado*). s.l., Santiago, Chile : Universidad de Chile, 2015.

Aguilar, Juan. 2013. Caracterización Geotécnica y Estructural de la Rampa de Exploración y del Túnel de Drenaje, Mina Chuquicamata. *Memoria para optar el Título de Ingeniero Geólogo*. s.l., Santiago, Chile : Universidad de Chile, 2013.

Arenaza, Guillermo. 2016. Estudio de Factibilidad Técnica - Económica para Implementar una Planta de Producción de Cal en la Concesión Minera Arvaa 100" – La Encañada- Cajamarca, 2016. *Tesis profesional*. s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2016.

ANEFA 2020 Revista de Aridos. Disponible en:  
[https://www.editorialprensatecnica.net/revista/aridos-  
materiales/noticias/asamblea-general-anual-de-anefa-2020](https://www.editorialprensatecnica.net/revista/aridos-materiales/noticias/asamblea-general-anual-de-anefa-2020)

Berenguer, Tadeo y Chillemi, Maria. 2016. Modelación de un depósito de calizas. (*artículo científico*). s.l., Córdoba, Argentina : Universidad Nacional de Córdoba, 2016.

Calero Gerardo 2018. Optimización de procesos de explotación de recursos Para canteras de caliza y agregados, en clientes de la empresa Explotec. Universidad de Costa Rica. Facultad de ciencias. Escuela centroamericana de Geología.

Castillo, Frank. 2016. Optimización de la producción en carguío y acarreo mediante la utilización del sistema Jigsaw – Leica en minera Toquepala S.R.L. (*Tesis de pregrado*). s.l., Cajamarca, Perú : Universidad César Vallejo, 2016.

Castro, Bryam. 2015. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE MINADO EN LA CANTERA DE DOLOMITA “JAJAHUASI 2001” DE LA COMUNIDAD CAMPESINA LLOCLLAPAMPA – PROVINCIA DE JAUJA. (*tesis de pregrado*). s.l., Huancayo, Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.

Chapilliquen, Victor. 2017. Caracterización geotécnica del suelo y roca para el diseño de pozas sedimentadoras en la zona de Ciénega Norte – Tantahuatay, Cajamarca. (*Tesis de pregrado*). s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

Chávez, Luis. 2017. Estudio de Factibilidad Técnica para la Explotación Minera del Proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. Distrito Oropesa, Provincia Antabamba, Región Apurímac, 2017. *Tesis profesional*. s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2017.

Correa, Donny y Santillán, Lenin. 2016. FACTIBILIDAD ECONÓMICA DE LA EXPLOTACIÓN DE ROCA CALIZA PARA PRODUCIR ÓXIDO DE CALCIO EN LA

CONCESIÓN MINERA NO METÁLICA JOSÉ GÁLVEZ, BAMBAMARCA, CAJAMARCA. (*tesis de pregrado*). s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2016.

CRUZ, Héctor . Estudio de Factibilidad de la Explotación de la Cantera Caimital en el Municipio de Turbaco [en línea] Bogotá, 2006 [fecha de consulta: 10 de setiembre de 2017]. Disponible en:

<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/2156/TM91.06%20C889e.pdf?sequence=1>

Geominero, Instituto Tecnológico. 1994. *Manual de Perforaciones y Voalduras de Rocas*. Madrid : s.n., 1994.

Gómez, Grimaldo. 2017. Disponibilidad de Equipos Auxiliares para Optimizar la Productividad en el Carguío y Acarreo de las Fases 01,03 y 07 del Tajo Constancia Empresa Especializada Stracon GyM S.A. (*Tesis de pregrado*). s.l., Arequipa, Perú : Universidad Nacional de San Agustín, 2017.

Gómez, Oretes y Cuador, José. 2007. DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LA UNIDAD DE SELECCIÓN MINERA EN LA EXACTITUD Y PRECISIÓN DE LA ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS DEL YACIMIENTO "MARIEL". (*tesis de maestría*). Pinar del Río, Cuba : Universidad de Pinar del Río, 2007.

Granollers Tony 2014 OBSERVACION DE CAMPO. Cursos de Interacción

Persona – Ordenador. <https://mpiua.invid.udl.cat/observacion-de-campo/>

Guzmán Francisco 2020. Método Analítico - Concepto, características y ejemplos.

<https://es.scribd.com/document/450906838/Metodo-Analitico-Concepto-caracteristicas-y-ejemplos>

Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018

Lara, Victor Alejandro Ames. 2008. *Tesis: Diseño de las mallas de perforación y voladura utilizando la energía producida por las mezclas explosivas*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2008.

León, Gilmar. 2015. *Análisis de Inversión y Rentabilidad de un Proyecto Aurífero a Nivel de Estudio de Factibilidad*. Lima : s.n., 2015.

León, Villaquiaran, Aguilar Cristian. 2018. Optimización del Diseño de Explotación de la Cantera CEPELES en la Parroquia Taura, Cantón Naranjal, Ecuador. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL- Ecuador- Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

López, Ernesto. 2016. Estudio Geotécnico y Diseño del Talud Final de una Mina a Cielo Abierto Aplicando Modelos Numéricos. *Tesis Profesional para Optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas*. s.l., Lima, Perú : Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2016.

Luque, Juan. 2017. Estudio de Factibilidad en un Proyecto de Explotación de Rocas y Minerales Industriales en una Mina de Perlita. *Tesis profesional*. s.l., Arequipa, Perú : Universidad Nacional San Agustín, 2017.

Manrique, Mario. 2013. Estudio de Factibilidad del Yacimiento Aurífero Nico. *Tesis profesional*. s.l., Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.

Marín, Cesar. 2015. Incremento de la Productividad en el Carguío y Acarreo en Frentes que Presentan Altos Contenidos de Arcillas al Utilizar un Diseño de Lastre Adecuado, Minera Yanacocha, Perú, 2015. (*Tesis de pregrado*). s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2015.

Maruri, Jorge. 2015. Estudio Geotécnico de un Terreno Colapsado en la Zona Sub-Urbana al NW de la Capital del Estado de Hidalgo. *Trabajo Escrito para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Geólogo*. s.l., Distrito Federal, México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Mauricio, Gerardo. 2015. Mejoramiento Continuo en la Gestión del Ciclo de Acarreo de Camiones en Minería a Tajo Abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay y Pucamarca. (*Tesis de pregrado*). s.l., Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.

MENDOZA, Joel 2016. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE SUELOS DE GRAN ALTURA EN LA MINA ANTAPACCAY - Tesis de pregrado. Universidad Católica del Perú

MINERA, TECNOLOGIA. 2015. Tecnología Minera. *Tecnología aplicada a la minería y energía*. [En línea] 12 de mayo de 2015. [Citado el: 07 de julio de 2016.] <http://www.tecnologiaminera.com/tm/d/novedad.php?id=260>.

Minera, Tecnología. 2007. Tecnología Minera Aplicada a Energía y Minas. [En línea] 12 de Mayo de 2007. [Citado el: 16 de 11 de 2016.] <http://www.tecnologiaminera.com/tm/d/novedad.php?id=79>.

Muñoz, Carlos. 2015. EVALUACIÓN DE RESERVAS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DEL ÁREA MINERA MARY ELENA CÓDIGO: 10231. (*tesis de pregrado*). s.l., Quito, Perú : Universidad Central del Ecuador, 2015.

Olazabal, Javier. 2014. Factibilidad del Cambio de Sistema de Control de Mina en la Unidad Minera Toquepala. (*Tesis de pregrado*). s.l., Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

Oyarsun, Roberto. 2011. *Introducción a la geología de minas exploración y evaluación*. Madrid - España : Ediciones GEmm, 2011.

Palma, Mathias. 2017. Cuantificación Económica de Demoras Operacionales en el Proyecto Minero Chuquicamata Subterráneo, Macro Bloques N1- S1 Codelco. (*Tesis de pregrado*). s.l., Santiago, Perú : Universidad Andrés Bello, 2017.

Pérez, Franklim. 2019. Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto la vida útil del Punto. (*tesis de pregrado*). s.l., Chiclayo, Perú : Universidad César Vallejo, 2019.

Quispe, Yuling. 2012. Comportamiento de Roca Blanda en un Túnel de Exploración Diseñado con el Sistema Q en la Mina La Granja. *Tesis de Maestría con Mención en Ingeniería Geotécnica*. s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.

Raymondi, Julio. 2013. Implementación de Sistema de Monitoreo para Reducir el Costo de Carguío. (*Tesis de pregrado*). s.l., Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.

Rivera, Alonso. 2013. Evaluación Económica del Proyecto Minero San Antonio Óxidos. *Tesis profesional*. s.l., Santiago, Chile : Universidad de Chile, 2013.

Riveros, Jose. 2016. Cálculo de la Productividad Máxima por Hora de los Volquetes en el Transporte Minero Subterráneo en la Unidad Minera Arcata 2016. (*Tesis de pregrado*). s.l., Puno, Perú : Universidad Nacional del Altiplano, 2016.

Rodríguez, Manuel. 2017. Evaluación de Costos de Carguío y de Emisión de Dióxido de Carbono (Co2), al Reducir el Tiempo de Limpieza de Piso de Pala Gigante en Minera Yanacocha, 2017. (*Tesis de pregrado*). s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2017.

Sáez, Mario. 2014. Caracterización Estructural y Geotécnica de los Niveles Superiores de la Mina Este del Yacimiento Los Pelambres. *Memoria para obtener el Título de Ingeniero Geólogo*. s.l., Santiago, Chile : Universidad Nacional de Chile, 2014.

Saguay, Carlos. 2016. Factibilidad Técnica Económica Minera de la Explotación de Feldespato en la Concesión Minera Rosario II Código 100217.1. *Tesis profesional*. s.l., Macas, Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.

Schwarz, Max. 2013. Perforación Diamantina de Proyectos Mineros. *Blog sobre Minería, Industria, Inversiones y Finanzas*. [En línea] Gestión de Operaciones y Proyectos Mineros, 11 de Febrero de 2013. [Citado el: 2016 de Julio de 1.] <http://max-schwarz.blogspot.pe/2013/02/perforacion-diamantina-de-proyectos.html>.

Toro, Daniel. 2014. Evaluación de la Inestabilidad de Taludes en la Carretera Las Pirias- Cruce Lambayeque, San Ignacio. *Tesis Profesional para Optar Título profesional de Ingeniero Civil*. Jaén, Cajamarca, Perú : Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

Urquiza, Hector. 2013. Geología y Estratigrafía del Cuaternario y Zonificación Geotécnica-Sísmica del Área Urbana de Arequipa. *Tesis Profesional para Optar el Título de Ingeniero Geólogo*. s.l., Arequipa, Perú : Universidad Nacional San Agustín, 2013.

Vásquez, Miguel y Ramos, Cinthia. 2018. CÁLCULO DE RESERVAS PARA LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA DE ARENA CACHACHI, PROVINCIA CAJABAMBA, CAJAMARCA, 2018. (*tesina*). Cajamarca, Perú : Universidad Privada del Norte, 2018.

Velásquez, Lisbeth. 2018. Estudio de factibilidad económica del sistema de extracción de mineral en el proyecto de profundización de la compañía Minera Río Chicama – Unidad Bumerang, la Libertad 2018. *Tesis profesional*. s.l., Cajamarca, Perú : Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

Zavaleta, Jose. 2014. Implementación del Sistema de Gestión Dispatch en Antapaccay. (*Tesis de pregrado*). s.l., Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.

Zegarra, Atilio. 2015. Estudio de Factibilidad de un Proyecto de Explotación y Transformación de Mármol. *Tesis profesional*. s.l., Lima, Perú : Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.

# ANEXOS

## ANEXO 1: Variables y operacionalización

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
<p><b><u>GENERAL</u></b></p> <p>¿En qué medida la optimización de procesos mejora la explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos- Cajamarca?</p>	<p><b><u>GENERAL</u></b></p> <p>Realizar la optimización de procesos de mejora para la explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos- Cajamarca.</p>	<p><b><u>GENERAL</u></b></p> <p>la optimización de procesos mejora la explotación de agregados de la cantera Huayobamba, en la provincia de San Marcos., Cajamarca.</p>	<p><b>VD:</b></p> <p>Optimización de procesos</p>	<p>Investigación Aplicada</p>	<p>Las Canteras existentes en la provincia de San Marcos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica de análisis documental</li> <li>• Técnica de observación en campo</li> </ul>	<p>El método es hipotético-deductivo porque en esta investigación se realizaron los siguientes pasos esenciales: Observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias de la propia hipótesis y verificación de la verdad de los enunciados deducidos.</p>
<p><b><u>ESPECÍFICOS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Por qué Consideras que la optimización de procesos reducirá los costos de la extracción de agregados de la cantera de Huayobamba en provincia de San Marcos, Cajamarca, 2021</li> </ul>	<p><b><u>ESPECIFICOS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantear la optimización de procesos que reducirá los costos de la extracción de agregados de la cantera de Huayobamba en provincia de San Marcos, Cajamarca</li> </ul>	<p><b><u>ESPECIFICAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La optimización de procesos reduce los costos de la extracción de agregados de la cantera de Huayobamba en provincia de San Marcos, Cajamarca</li> </ul>	<p><b>VI:</b></p> <p>Explotación de agregados</p>	<p><b>DISEÑO</b></p> <p>No Experimental</p>	<p><b>MUESTRA</b></p> <p>Cantera Huayobamba</p>	<p><b>INSTRUMENTOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de cubicación de las reservas.</li> <li>• Ficha de producción de agregados en el 2001</li> <li>• Ficha de comparación de parámetros.</li> </ul>	

<p>¿Cuál será la rentabilidad que ofrece la explotación de agregados con una adecuada optimización de procesos en la cantera de Huayobamba en la provincia de San Marcos, Cajamarca?</p>	<p>Determinar la rentabilidad que ofrece la explotación de agregados a través de una adecuada optimización de procesos en la cantera de Huayobamba en la provincia de San Marcos, Cajamarca.</p>	<p>La rentabilidad que ofrece la explotación de agregados con una adecuada optimización de procesos es positiva en la cantera de Huayobamba en la provincia de San Marcos, Cajamarca</p>				<p>.</p>	
--	--	--	--	--	--	----------	--

## ANEXO 2 Operacionalización de las variables.

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICION
Optimización de procesos	La finalidad de la optimización de procesos es minimizar o erradicar tiempos y recursos perdidos, gastos vanos, y errores, llegando al propósito del proceso. Por ello, las empresas buscan afrontar el reto permanente de gastar menos y producir más, realizando mejoras en sus procesos de tal forma que resulte en la reducción de costos (Castro, 2015).	Realizar controles de los ciclos de producción, carga, traslado y descarga del mineral.	Planeamiento	Producción mensual	¿Cuál es la producción mensual de agregados actual?	
			Costos y presupuestos	Costo de tonelada producida	¿Cuál es el costo por tonelada de agregado extraída?	
Explotación de agregados	La roca, la arena y la grava son ejemplos de recursos naturales más utilizados a nivel mundial. Estos no metálicos, En el ámbito de la construcción como se les llama agregados, son parte de los elementos fundamentales en toda mezcla asfáltica. El mayor porcentaje de los agregados se extrae de minas naturales a cielo abierto (Chávez, 2017).	En el área de la concesión se realizarán una apelación del material extraído de acuerdo a la granulometría. Se controlará los volúmenes extraídos y las ventas de los mismos de tal manera de lograr	Geología	Tipo de agregado	¿Qué tipo de agregado se explota en la cantera Huayobamba?	
			Características de explotación	Altura de banco	¿Cuál es la altura adecuada para el banco de explotación?	
				Ancho de banco	¿Cuál es el ancho adecuado para el banco de explotación?	
				Ángulo de talud	¿Cuál es el ángulo adecuado para el banco de explotación?	
			Geomecánica	RMR	¿Cuál es el RMR del macizo rocos en la cantera Huayobamba?	
Carguío y acarreo	Equipos de carguío	¿Qué tipo de equipos se necesita para el carguío de agregados en la cantera Huayobamba?				

---

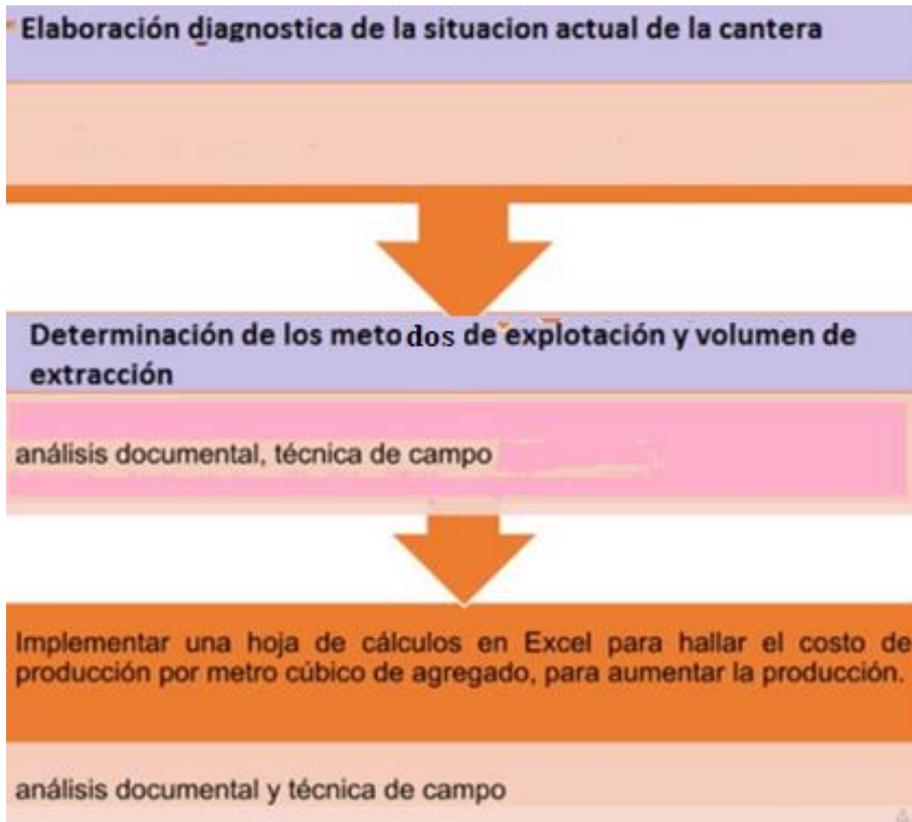
procesos óptimos  
en la extracción y  
en ventas.

Equipos de acarreo

¿Qué tipo de equipos se necesita para el  
acarreo de agregados en la cantera  
Huayobamba?

---

### Anexo 3: PROCESOS



## Anexo 4: Costos

### a. COSTOS DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN:

<b>COSTOS UNITARIOS POR m<sup>3</sup>DE MATERIAL (NUEVOS SOLES)</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Arena fina</b>	m <sup>3</sup>	1	50	50
<b>Arena Gruesa</b>	m <sup>3</sup>	1	30-35	30-35
<b>Hormigón</b>	m <sup>3</sup>	1	25	25

<b>COSTOS UNITARIOS POR VOLQUETADA DE MATERIAL (EN S/.)</b>				
<b>ELEMENTO</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Arena fina</b>	m <sup>3</sup>	15	50	750
<b>Arena Gruesa</b>	m <sup>3</sup>	15	30-35	450- 525
<b>Hormigón</b>	m <sup>3</sup>	15	25	375

## Anexo 5: Instrumentos de recolección de datos

Ficha de Cubicación de las reservas

<b>CUBICACIÓN</b>		
<b>AREAS (m2)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VOLUMEN PARCIAL (m3)</b>
AS1		
AS2		
AS2		
AS3		
AS3		
AS4		
AS4		
AS5		
AS5		
AS6		
AS6		
AS7		
AS7		
AS8		
AS8		
AS9		
AS9		
AS10		
<b>VOLUMEN TOTAL (m<sup>3</sup>)</b>		
<b>DENSIDAD DEL AGREGADO (TM/m<sup>3</sup>)</b>		
<b>TONELAJE (TM)</b>		

Ficha de Producción de agregados en el 2021

<b>PRODUCCIÓN 2021</b>		
<b>AREAS (m2)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>VOLUMEN PARCIAL (m3)</b>
AS1		
AS2		
<b>VOLUMEN TOTAL ANUAL (m3)</b>		
<b>DENSIDAD DEL AGREGADO (TM/m3)</b>		
<b>TONELAJE ANUAL (TM)</b>		
<b>TONELAJE DIARIO (TM/dia)</b>		

## Comparación de parámetros

<b>Parámetro</b>	<b>Antes del diseño</b>	<b>Después del diseño</b>
Altura de banco		
Angulo del talud		
Berma de seguridad		
Ancho de vía		
Espacio de maniobra de la excavadora		
Ancho mínimo de trabajo		
Factor de seguridad		

## Anexo 6: Validación del Instrumento

### Informe de validación de instrumento

- 1. Denominación del instrumento**
  - Ficha de cubicación de las reservas.
  - Ficha de producción de agregados en el 2021
  - Ficha de comparación de parámetros.
- 2. Variables investigadas en el instrumento**
  - Variable independiente: Explotación de agregados.
  - Variable dependiente: Optimización de los procesos.
- 3. Nombre del autor del instrumento**
  - Hernández Zambrano Alex Enrique
  - Sánchez Maldonado Jhon Lenon
- 4. Datos del experto que validan el instrumento**

**Experto (a) 1**  
Apellidos y nombres: ALVAREZ LEÓN VÍCTOR EDUARDO  
Grado académico: INGENIERO METALÚRGISTA



Víctor E. Álvarez León  
ING. METALURGISTA  
R. C/P 132270

### Plantilla de validación de instrumento

Validación de los tres instrumentos indicados en el ítem 1

La presente plantilla tiene por objetivo aportar información para identificar el nivel de validación del instrumento, por el experto:

Gracias por su colaboración

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
1.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
1.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.4.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
2.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
2.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

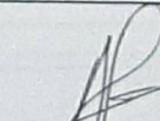
Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
3.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
3.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
4.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
5.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
5.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

  
**Victor E. Alvarez León**  
 ING. METALURGISTA  
 R. C.P. 132270

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
6.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
6.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicador	Congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Sí	No	Sí	No	Sí	
7.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
7.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Experto (a) N° : **1**  
 Apellidos y nombres del (a) experto (a) : **ALVAREZ LEÓN VÍCTOR EDUARDO**  
 Grado académico/ Universidad : **INGENIERO METALÚRGISTA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO**  
 Institución donde actualmente labora : **APUMAYO SAC**  
 Firma, Sello y DNI del (a) experto (a) :



Víctor E. Alvarez León  
 ING. METALURGISTA  
 R. CIP 132270

**Firma y Huella del experto**  
**Apellidos y Nombres: ALVAREZ LEÓN VÍCTOR EDUARDO**  
**DNI: 18034429**  
**CIP: 132270**

Cajamarca, 27 de septiembre del 2021

Tabla de validación

Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Congruencia /relevancia	Los ítems del instrumento representan el dominio o universo de contenido de la propiedad (variable) que se desea medir	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	El instrumento responde al propósito de la investigación (planteamiento del problema)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	El instrumento responde a la variable de estudio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las dimensiones consideradas representan a la variable de estudio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los indicadores definidos representan a la variable de estudio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems especificados corresponden a los indicadores planteados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Claridad en la redacción	Los ítems están formuladas con un lenguaje apropiado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma precisa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma clara	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems se presentan de forma lógica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	La estructura que presenta el instrumento facilita la opción de respuesta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las indicaciones son entendibles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sugerencias

Anotaciones, críticas o recomendaciones para mejorar el instrumento:

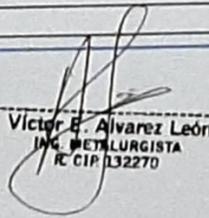
---



---



---

  
 Victor E. Alvarez León  
 ING. METALURGISTA  
 R. C. P. 132270

### **Resultado de la validación**

Mediante el presente documento doy fe que he analizado el instrumento y cumple adecuadamente con producir un rango de respuestas que representan los universos respectivos de cada constructo mental o conceptual a ser medido según los objetivos propuestos y el proceso de operacionalización de las variables, éste último desde la definición conceptual de las variables, su definición operacional, y finalmente la elaboración de sus indicadores.

Expidió el presente documento para los fines pertinentes.



A handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

Víctor E. Alvarez León  
ING. METALURGISTA  
R. CIP. 132270

Firma y Huella del experto

Apellidos y nombres: ALVAREZ LEÓN VÍCTOR EDUARDO

DNI: 18034429

CIP: 132270

Cajamarca, 27 de septiembre del 2021

## INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### 1. Denominación de instrumento

- Ficha de la cubicación de la reserva
- Ficha de producción de agregados en el 2021
- Ficha de comparación de parámetros

### 2. Variables investigadas en el instrumento

- Variables independiente explotación de agregados
- Variable dependiente optimización de los procesos

### 3. Nombre del autor del instrumento

- Hernández Zambrano Alex Enrique
- Sánchez Maldonado Jhon Lenon

### 4. Datos del experto de validan el instrumento

#### Experto(a) 2

- Apellidos y nombres: *SIVERONI MORALES, JOSE ALFREDO*
- Grado Académico: *MAESTRO EN CIENCIAS*

  
M. Cs. Ing. JOSE A. Siveroni Morales  
INGENIERO GEÓLOGO  
C.I.P. 23464



### PLANTILLA DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

Validación de los tres instrumentos indicado en el ítem 1

La presente plantilla tiene por objeto aportar información para identificar el nivel de validación del instrumento por el experto:

Gracias por su colaboración:

Indicadores	congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Si	No	Si	No	Si	
1.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
1.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1.4.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicadores	congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Si	No	Si	No	Si	
2.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
2.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicadores	congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Si	No	Si	No	Si	
3.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
3.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

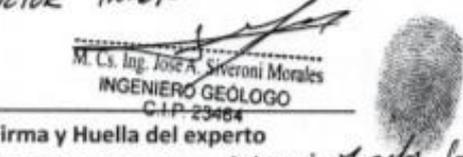
Indicadores	congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Si	No	Si	No	Si	
4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/

Indicadores	congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Si	No	Si	No	Si	
5.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
5.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicadores	congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Si	No	Si	No	Si	
6.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
6.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Indicadores	congruencia		Claridad de redacción		Sesgo de información		Observación
	No	Si	No	Si	No	Si	
7.1.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	/
7.2.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.3.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Experto (a) N° : 2  
 Apellidos y nombres del (a) experto (a) : *SIVERONI MORALES JOSE ALFREDO*  
 Grado académico/ Universidad : *MAESTRO EN CIENCIAS*  
 Institución donde actualmente labora : *CONSULTOR INDEPENDIENTE*  
 Firma, Sello y DNI del(a) experto(a) :

  
 M. Cs. Ing. Jose A. Siveroni Morales  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 C.I.P. 23464  
 Firma y Huella del experto  
 Apellidos y nombres: *SIVERONI MORALES JOSE ALFREDO*  
 DNI: 22066533  
 CIP: 23464

Cajamarca, 28 de SEPTIEMBRE de 2021

**Tabla de validación**

Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Congruencia / relevancia	Los ítems del instrumento representan el dominio o universo de contenido de la propiedad (variable) que se desea medir.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	El instrumento responde al propósito de la investigación (planteamiento del problema).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	El instrumento responde a la variable de estudio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las dimensiones consideradas representan a la variable de estudio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los indicadores definidos representan a la variable de estudio.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems especificados corresponden a los indicadores planteados.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Indicador	Cuestionario	De manera adecuada por completo	En su gran mayoría	De ninguna manera
Claridad en la redacción	Los ítems están formulados con un lenguaje apropiado.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma precisa.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems están redactados en forma clara.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Los ítems se presentan en forma lógica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	La estructura que presenta el instrumento facilita la opción de respuesta.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Las indicaciones son entendibles.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Sugerencias**

Anotaciones, críticas o recomendaciones para mejorar el instrumento:

---



---



---

M. En. Ing. José R. Siveroni Morales  
 INGENIERO GEÓLOGO  
 C.F.P. 23464



### Resultado de validación

Mediante el presente documento doy fe que he analizado el instrumento y cumple adecuadamente con producir un rango de respuestas que representan los universos respectivos de cada constructo mental o conceptual a ser medido según los objetivos propuestos y el proceso de operacionalización de las variables, este último desde la definición conceptual de las variables, su definición operacional, y finalmente la elaboración de sus indicadores.

Expido el presente documento para los fines pertinentes.

A handwritten signature in black ink is written over a horizontal line. To the right of the signature is a circular fingerprint impression.

Firma y Huella del experto

Apellidos y nombres: *SIVERONI MORALES JOSE ALFREDO*

DNI: *22066533*

CIP: *23464*

Cajamarca, 28 de SEPTIEMBRE de 2021