



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

“Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon –
Ferreñafe 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera de Minas

AUTORA:

Br. Ana Cecilia Ramírez Espinal (ORCID: 0000-0002-4127-8549)

ASESOR:

Mg. Ing. Javier Ángel Salazar Ipanaqué (ORCID: 0000-0002-7909-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de yacimientos minerales

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

El presente trabajo es dedicado a mi familia, en especial a mi madre que siempre me ha dado su apoyo incondicional para seguir adelante y poder culminar mi carrera profesional.

Ana

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por darme salud y guiar mis pasos día a día. También a mis asesores, a la miss Silvia Aguinaga y al Ing. Javier Salazar ya que sin su gran ayuda no hubiera sido posible culminar esta investigación.

1032



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 11:55 horas del día 29 de noviembre del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N°. 036 -2019 -UCV-CH, de fecha 28 de noviembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "PLAN DE MINADO PARA OPTIMIZAR LA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA ASTRAMACON - FERREÑAFE 2018", presentada por la Bachiller RAMIREZ ESPINAL ANA CECILIA con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero de Minas, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes :

- Presidente: Mg. Siccha Ruiz Orlando Alex
- Secretario: Mg. Salazar Ipanaqué Javier Ángel
- Vocal: Ing. Mena Nevado Carla Milagros

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por unanimidad

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 29 de noviembre del 2019

Mg. Siccha Ruiz Orlando Alex
Presidente

Mg. Salazar Ipanaqué Javier Ángel
Secretario

Ing. Mena Nevado Carla Milagros
Vocal

Declaratoria de autenticidad

Yo Ana Cecilia Ramírez Espinal, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería de minas de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 73214237, con el trabajo de investigación titulada, “Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon – Ferreñafe 2018”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

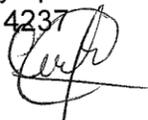
De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de oro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 30 de noviembre ,2018

Nombres y apellidos: Ana Cecilia Ramírez Espinal

DNI: 73214237

Firma:



Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de Tablas	ix
Índice de Imágenes.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Trabajos previos	4
1.3. Teorías relacionadas al tema	7
1.3.1. Ciencias	7
1.3.2. Teorías	8
1.3.3. Teoría variable independiente	10
1.3.4. Teoría variable dependiente	13
1.4. Formulación al Problema	16
1.5. Justificación del estudio	17
1.6. Hipótesis.....	18
1.7. Objetivo.....	18
1.7.1. Objetivo General	18
1.7.2. Objetivos Específicos	18
II. MÉTODO	19
2.1. Diseño de investigación	19
2.2. Variables, Operacionalización	19
2.2.1. Variables independiente y dependiente	19
2.2.2. Operacionalización.....	20
2.3. Población y muestra	22
2.3.1. Población.....	22
2.3.2. Muestra.....	22

2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	22
2.5.	Métodos de análisis de datos	23
2.6.	Aspectos éticos.....	24
III.	RESULTADOS.....	26
3.1.	Levantamiento topográfico e identificación del área de estudio	26
3.2.	Identificación del área de estudio.....	27
3.3.	Estudio geológico.....	29
3.4.	Estimación de reservas	30
3.4.1.	Análisis de calicatas	30
3.4.2.	Estimación de reservas	32
3.5.	Ensayos de laboratorio de suelos para evaluar la calidad del material.....	38
3.5.1.	Ensayos de laboratorio realizados al material fino (Arena)	38
3.5.2.	Ensayos de laboratorio realizados al material grueso (Agregados).....	41
3.6.	Selección del método de explotación	44
3.7.	Ciclo de minado, carguío y acarreo.....	48
3.9.	Evaluación de la rentabilidad del plan de minado.....	55
3.10.	Diseño de plan de minado para la cantera Astramacon.....	57
3.10.1.	Generalidades	57
3.10.2.	Estudios de ingeniería	57
3.10.3.	Descripción de la geología de la zona del proyecto	59
3.10.4.	Etapas del proyecto	62
3.10.5.	Componentes del proyecto	63
3.10.6.	Operación minera	65
3.10.7.	Diseño de la cantera	66
3.10.8.	Programa de producción.....	67
IV.	DISCUSIÓN	75
V.	CONCLUSIONES	77
VI.	RECOMENDACIONES	79
	REFERENCIAS.....	80
	ANEXOS.....	84
	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	116
	REPORTE TURNITIN	117

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV .	118
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	119

Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas de la cantera Astramacon	26
Tabla 2: Guía de observación de campo	27
Tabla 3: Descripción de la geología regional y local	29
Tabla 4: Coordenadas de calicatas	30
Tabla 5: Volúmenes acumulados de material deletéreo	33
Tabla 6: Volúmenes acumulados de agregados. (Reservas probadas)	34
Tabla 7: Volúmenes acumulados de arena	35
Tabla 8: Volúmenes acumulados de agregados (Reservas probables)	36
Tabla 9: Volúmenes acumulados de agregados (Reservas posibles)	37
Tabla 10: Ensayo de análisis granulométrico de agregado fino	39
Tabla 11: Ensayo de porcentaje de humedad de agregado fino	40
Tabla 12: Ensayo de análisis granulométrico de agregado grueso	42
Tabla 13: Ensayo de porcentaje de humedad de agregado grueso.	44
Tabla 14: Descripción del método de explotación por banqueo.	44
Tabla 15: Control de ciclos.	48
Tabla 16: Clasificación del material según su granulometría.	51
Tabla 17: Ingresos de la cantera Astramacon	55
Tabla 18: Egresos de la cantera Astramacon	55
Tabla 19: Producción anual 2019 Cantera Astramacon.	69

Índice de Imágenes

Figura 1: Modelamiento en Recmin de la zona de explotación de la cantera Astramacon.....	32
Figura 2: Modelamiento de la capa de material deletéreo.....	33
Figura 3: Modelamiento de la capa de agregados.	34
Figura 4: Modelamiento de la capa de arena.....	35
Figura 5: Modelamiento de la capa de agregados (reservas probables).	36
Figura 6: Modelamiento de la capa de agregados (reservas posibles).	38
Figura 7: Banco de arena.....	46
Figura 8: Banco de agregados.	47
Figura 9: Reservas probadas, probables y posibles - Cantera Astramacon.	68
Figura 10: Plan de producción para el año 2019 - Cantera Astramacon.	72
Figura 11: Plan de producción anual para los 11 años de vida útil - Cantera Astramacon.	74

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por finalidad diseñar un plan de minado para optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon – Ferreñafe 2018.

La investigación surgió de la observación de un problema vinculado con la falta de un plan de minado en la cantera Astramacon, para dicha investigación se buscó trabajar con una muestra de 5 trabajadores y la cantera Astramacon ubicada en el distrito de Manuel Antonio Mesones Muro, utilizando como tipo de investigación cuantitativo y el diseño de investigación no experimental explicativo.

Así mismo, para el recojo de información se utilizaron métodos como es el analítico y sistémico, y técnicas de investigación documental y de campo junto a instrumentos empleados como la guía de observación de campo, de laboratorio y guía de entrevista a los implicados de la cantera en mención. Además, se utilizó el programa Excel, software AutoCAD, ArcGIS y RecMin. Toda esta metodología le da a este informe de investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva.

Finalmente se obtuvo como resultados que, la cantera cuenta con unas reservas probadas de 848,947.15 m³ y se consideró que, para la explotación se debe realizar un banco cuyas dimensiones dependerán de las características del material a extraer y del equipo empleado para la explotación determinando que; este tendrá una altura de tres metros y un ángulo de 26 grados para el banco de arena y de 64 grados para el banco de agregados. Así mismo, se detalló los procedimientos a seguir para la extracción, todos estos resultados se presentan por medio de tablas enumeradas, cada una con sus respectivos análisis que contribuyeron a comprobar la hipótesis de que, si se diseña un plan de minado entonces se podrá optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon, todo este trabajo permitió concluir que mediante el desarrollo de un plan de minado en el cual se detalle cada una de las actividades a desarrollar para la explotación a corto plazo (un año), facilitará el desarrollo de los procesos y a la vez generará un ingreso superior haciendo la actividad rentable para el concesionario y segura para los trabajadores.

PALABRAS CLAVES: plan de minado, explotación de agregados, cantera Astramacon, estimación de reservas, rentabilidad de la explotación.

ABSTRACT

The objective of this research report was to create a mining plan to optimize the exploitation of the aggregates of the quarry Astramacon - Ferreñafe 2018.

The investigation arose from the observation of a problem related to the lack of a work plan in the Astramacon quarry, so that this research focuses on a sample of 5 workers and the Astramacon quarry located in the district of Manuel Antonio Mesones Muro, using as a type of quantitative research and the design of non-experimental explanatory research.

Likewise, for the collection of information, methods such as analytical and systemic, and documentary and field research techniques were used together with instruments used such as the field observation guide, laboratory and interview guide for those involved in the quarry. In addition, the Excel program, AutoCAD software, ArcGIS and RecMin were used. All this methodology gives this research report the support, sustenance and seriousness.

Finally, it was obtained as results that the quarry has proven reserves of 848,947.15 m³ and it was considered that for the operation, a bank whose dimensions will depend on the characteristics of the material to be extracted and the equipment used for the exploitation must be determined; This will have a height of three meters and an angle of 26 degrees for the sandbar and 64 degrees for the aggregate bank. Likewise, it detailed the procedures to be followed for the extraction, all these results are presented by means of listed tables, each with their respective analyzes that contributed to verify the hypothesis that, if a mining plan is designed then it will be possible to optimize The exploitation of aggregates from the Astramacon quarry, all this work allowed to conclude that by developing a mining plan in which each of the activities to be developed for short-term exploitation (one year) is detailed, it will facilitate the development of the processes and at the same time generate a higher income making the activity profitable for the concessionaire and safe for the workers.

KEYWORDS: mining plan , exploitation of aggregates , quarry Astramacon , estimation of reserves, profitability of exploitation.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El plan de minado es aquel documento que presenta las etapas de manera detallada de todas las actividades que se realizarán en un proyecto por el período de un año, pues es muy importante gestionar dicho plan porque permite organizar y optimizar cada actividad efectuándolas en un determinado tiempo con los equipos necesarios, en el momento adecuado y aplicando las técnicas apropiadas para el buen aprovechamiento de los recursos, dando lugar al desarrollo sostenible y de tal manera alcanzar la mejor rentabilidad posible.

Según QUISPE, Avelino (2013) afirma que:

El Planeamiento de Minado es una actividad orientada al futuro, cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de una mina a lo largo del tiempo; no solo en una dirección, si no buscando nuevos caminos y adaptando su existencia a la de los sistemas de los cuales vive (p.44).

Sin embargo la gran mayoría de canteras presentan un problema en común el cual es la ausencia de un plan de minado, lo que significa la falta de un documento el cual contenga todas las actividades con respecto al reconocimiento de las zonas de exploración, planificación, minado, beneficio y otras labores relacionadas en un período de tiempo determinado, esta falta de poseer un plan de minado en las diferentes canteras es generada por: La falta de personal capacitado, informalidad de las empresas, falta de inversión (debido a la ignorancia, usualmente es tomado como un gasto innecesario).

Cuando se hace mención a la falta de personal capacitado, CHIRINOS, Luis (2017) dice: que en las empresas mineras es notable la ausencia de personas capaces de resolver las tareas que se les asigna. Y la evidencia se encuentra en Colombia en donde existe una gran parte de empresas mineras que no tienen sus trabajadores totalmente capacitados,

pues estos demuestran no conocer los procedimientos para la extracción del material y los equipos adecuados que deben utilizar en cada una de sus labores, lo que acarrea a la empresa a no ser rentable (VILLAS y ALBURQUEQUE, 2001).

También El ministro de Trabajo, Daniel Maurate, confirmó que en Perú el 41% de los empresarios no encuentran personal con capacidades y actitudes óptimas. Lo que los acarrea a realizar capacitaciones constantes para sus trabajadores y de esta manera enriquezcan sus conocimientos para que puedan realizar su labor adecuadamente en beneficio de la empresa (DESTINO NEGOCIO, 2015).

Por otro lado, ROJAS, Emilia (2014) dice que, en Nicaragua, volvió a tener lugar el conflicto de las labores informales, así como en otros países de Latinoamérica. El costo de los minerales, en especial del oro, se ha incrementado trascendentalmente y esto ha estimulado a la minería artesanal a realizar extracciones sin inspección por parte de la autoridad encargada.

Así también en Colombia debido a un estudio se obtuvo que el 63% de empresas mineras no cuentan con autorizaciones legales para desarrollar actividades de extracción. Por lo que las autoridades han optado por dañar los equipos de dichas empresas con el propósito de paralizar las operaciones que realizan sin responsabilidad alguna.

La explotación de canteras existe a nivel mundial, pero la mayor parte de ellas no cuentan con los requerimientos necesarios para su progresiva formalización. Usualmente estas pequeñas empresas son gobernadas por la norma legal de minería, sin embargo, en algunas ocasiones las entidades no realizan controles y supervisiones estrictas por lo que dichas empresas siguen realizando la extracción del material de forma inadecuada que no va acorde a lo establecido en las normas legales.

Y otra de las causas del problema señalado es la falta de inversión en la elaboración de un plan de minado realizado por un profesional. Para las empresas, diseñar un plan de minado es tomado como un gasto innecesario ya que la falta de conocimiento en el área, poco

interés en la normativa vigente, en formalizarse, en la seguridad de sus trabajadores y en los posibles daños ambientales que genera la extracción del material, así como los ensayos necesarios para determinar la calidad de este, hace que el invertir en el diseño de un plan de minado, el cual contemple y prevea todas estas acciones; sea considerado de esta forma.

Y la evidencia la presenta CALLUPE, Will (2011, p.6) afirmando que:

Para el desarrollo de los planes de minado, se requiere que los modelos geológicos, geológico-estructural, geotécnico e hidrogeológico sean actualizados y confiables. Las validaciones de los modelos involucrados deben ser realizadas por consultoras especializadas de primer nivel. Este es un procedimiento usual corporativo que Minera Barrick Misquichilca S.A. (Perú) sigue para validar los planes de minado. En muchos de los proyectos mineros estos modelos no son actualizados por los altos costos que se requieren, por el largo tiempo que toma en desarrollarlos, así como los recursos que demanda.

Lambayeque no es ajeno a la problemática planteada y muestra de ello es lo que ocurre en la cantera Astramacon donde se ha observado la falta de un plan de minado, esto ha originado serias consecuencias como: generación de tiempos muertos en los ciclos de minado, no se realiza un aprovechamiento al 100% de la maquinaria con la que se cuenta, la extracción del material está generando gastos que se podrían reducir mediante un planeamiento realizado por un especialista, y no se posee una secuencia para la explotación.

Frente a lo expuesto cabe realizar las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las ventajas e importancia de que la cantera Astramacon cuente con un plan de minado?, ¿Cuál es la situación actual del área de estudio?, ¿Cuál es la dimensión que presenta el área de la cantera?, ¿Qué estudios deben realizarse para desarrollar un plan de minado adecuado para la cantera Astramacon?, ¿Cuáles son las reservas con las que cuenta la cantera?, ¿Cuál es el método de explotación más adecuado para la extracción del material? ¿Cuál será el proceso que se seguirá para la extracción, carguío y acarreo?, ¿Cuántos años esta

cantera estará activa?, ¿Qué tan rentable es el plan de minado para la cantera? Estas y más respuestas serán contestadas a lo largo del desarrollo de investigación.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Nivel Internacional

Quispilema, Christian, en Quito, en el año 2016 en la tesis titulada “Diseño de explotación y cierre de la mina en la cantera Bloque IV, ubicada en la parroquia Cangahua, Canton Cayambe, Provincia de Pichincha” confirma que en la cantera Bloque IV del Canton Cayambe existe la necesidad de extraer material para el desarrollo de obras viales y residenciales en las comunidades aledañas, pero su obtención es de forma empírica en varios casos desaprovechando los bienes existentes y dañando el medio ambiente por ello el investigador opta por diseñar la explotación y al mismo tiempo el cierre de la mina pues esto ayudará a organizar las actividades y optimizándolas a la vez, así como a restaurar el área cuando hayan culminado con la explotación de la misma, llegando a concluir que existe presencia de depósitos pétreos de buena calidad los que podrán ser empleados para las obras de infraestructura y de viabilidad.

También se tiene el trabajo realizado en Quito (Ecuador), Argüello, Daniel, en el año 2015 en la tesis con título “Diseño de explotación de los materiales de construcción existentes en la cantera Santa Anita, ubicada en la parroquia Salache, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi” en la que afirma que en Ecuador la población ha ido incrementando sus necesidades como la de tener una vivienda o un centro comercial, es por ello que ha ido aumentando el requerimiento de los materiales de construcción por su importante extracción, el cuidado ambiental, y así inaugurar canteras que tienen la oportunidad de crecer económicamente este es el caso de la cantera Santa Anita en la que vienen utilizando maquinarias como: excavadoras, cargadores y volquetes.

Además, García, Diego, en el Distrito Federal de México, en el año 2015 en la tesis “Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el estado de México” enuncia lo siguiente:

Las condiciones de la mina no reflejan un óptimo desarrollo de explotación, pues se produce roca de gran tamaño y ello ralentiza la operación, ya que obliga a dedicar más recursos y tiempo para disminuir el tamaño de la roca y poder continuar con el avance en la explotación del banco. Este proyecto busca ordenar la operación desde una inversión en la cantidad de equipo, una modificación general de la barrenación a fin de disminuir el sobre tamaño y el número de barrenos, coadyuvar al ahorro de tiempo, recursos e implementación de una trituradora con mayor capacidad para así incrementar la producción con la mejor relación de costo-beneficio (p.15).

Por otro lado Castillo, Linda, en Santiago de Chile, en el año 2009 en la tesis titulada “Modelos de optimización para la planificación minera a cielo abierto” manifiesta que hay algoritmos que son de gran ayuda para determinar el pit final y la secuencia de explotación de bloques cubriendo las exigencias de las empresas mineras, sin embargo con la ayuda de la tecnología y la aparición de los software cuyas herramientas de optimización que utilizan simplifican un gran porcentaje de las labores a realizar en la planificación minera, ayudando a valorizar los reservas, las fases de explotación, etc.

1.2.2. Nivel nacional

Se tiene la investigación realizada en Huancayo (Perú), Castro, Bryam, en el año 2015 en la tesis que se titula “Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llocllapampa-Provincia de Jauja” en la cual declara que realizó el trabajo de investigación antes mencionado por que la cantera Dolomita Jajahuasi 2001 requería de investigaciones adecuadas para su respectivo inicio así como la organización de sus labores a realizar, de manera que se

aproveche los recursos que contiene de forma responsable sin causar daños al ambiente, respaldando la seguridad de sus trabajadores y contribuyendo económica y socialmente con la comunidad en la que se ubica la cantera.

Así mismo, Domínguez, Percy, en Lima (Perú), en el año 2015 en la tesis “Plan de minado a mediano plazo para una explotación superficial con aplicación al proyecto Santa Este de la unidad minera Iscaycruz- Compañía minera Los Quenuales” afirma que la planificación es de vital importancia para la minería, si ésta no es tomada como una de las características importantes para el desarrollo de esta actividad, muchas veces esta se hará poco rentable.

Por lo tanto, contar con un plan de minado específico logrará optimizar todos los procesos durante las actividades extractivas, logrando una producción la cual incrementa las ganancias y reduce los gastos. El autor al desarrollar el plan de minado para el proyecto Santa Este, pudo observar que las actividades planteadas dentro de este garantizaban una rentabilidad para el proceso extractivo.

1.2.3. Nivel Local

Bautista Adriana, en Chiclayo(Perú), en el año 2017 en la tesis titulada “Plan de minado para la explotación en la cantera del norte Piedra Azul - Ferreñafe” manifiesta que la cantera del norte Piedra azul es rentable ya que beneficia económicamente a la comunidad a la que pertenece a pesar de presentar condiciones no favorables para la extracción del material; como por ejemplo las vías de acceso no permite el adecuado transporte del material extraído, la falta de mantenimiento de las instalaciones, por lo que se optó por realizar un plan de minado para la organización y optimización de las labores realizadas en dicha cantera y de esa manera resulte beneficioso tanto para la empresa como también para respaldar la protección personal de sus trabajadores.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Ciencias

Geología:

La Geología es la ciencia encargada de estudiar las composiciones de las rocas, estructura de la tierra, así como los procesos y fenómenos ocurridos a lo largo de su evolución, para lo cual se basa en otras ciencias como química, biología, física (DUQUE, Gonzalo, 2003).

En este proyecto de investigación, esta ciencia nos permitió identificar las distintas formaciones geológicas que presenta nuestra zona de estudio; ayudándonos a determinar la composición del material de interés, asegurando que cumplan con ciertos requisitos para su empleo en las distintas áreas de construcción. A la vez nos brindó un apoyo para la estimación de reservas, permitiéndonos determinar las extensiones de las distintas formaciones que serán explotadas a modo de material pétreo.

Topografía

La topografía es la ciencia que se encarga del estudio de la superficie terrestre, con el objetivo de realizar una representación gráfica detallada del área de estudio (MENDOZA, Jorge, 2012).

En este proyecto de investigación, es de suma importancia contar con las dimensiones definidas de las áreas donde se encuentra el material de interés, la topografía nos permitió tener una representación gráfica de la concesión, identificando los elementos físicos que puedan representar un obstáculo durante la explotación y a la vez nos presentó un plano en el cual podremos zonificar las áreas para la labor extractiva.

Geotecnia

Geotecnia es la aplicación de los métodos científicos y de los principios de ingeniería a la generación, interpretación y utilización del conocimiento de los materiales y procesos que ocurren en la corteza terrestre para la solución de problemas de ingeniería. Para su cabal desarrollo requiere la aplicación de diferentes campos del conocimiento, entre ellos, la mecánica de suelos, la mecánica de rocas, la geología, la geofísica, la hidrología, la hidrogeología y las ciencias relacionadas (ESCOBAR, Carlos y DUQUE, Gonzalo, 2017, p.1).

La geotecnia es una ciencia que permitió, mediante distintos ensayos y estudios como la mecánica de suelos, mecánica de rocas, etc, determinar la calidad del material de interés, ya que este debe cumplir con una serie de características para que sea óptimo para sus diferentes empleos principalmente en la actividad de construcción civil. Asegurándonos de que nuestro material extraído cumpla con los estándares de calidad, permitiendo competir en el mercado de materiales de construcción.

1.3.2. Teorías

Teoría de planeamiento estratégico

“La planeación estratégica es el proceso continuo basado en el conocimiento más amplio posible del futuro, considerando que se emplea para tomar decisiones en el presente, las cuáles implican riesgos futuros en razón de los resultados esperados” (DRUCKER, Peter, 2007, p. 144).

El planeamiento estratégico es una teoría fundamental para el desarrollo del plan de minado, puesto que en este se plasmarán detalladamente todas las actividades a desarrollar para el proceso extractivo del material de interés, buscando llegar a nuestro

objetivo principal el cual será una explotación rentable, que genere ingresos para el concesionario y brinde un empleo conveniente para los trabajadores.

Para desarrollar un planeamiento estratégico se debe considerar un análisis del entorno, los factores que rodean a la empresa, y la influencia sobre sus acciones. Después de haber realizado este análisis se podrá definir los objetivos y las estrategias para llegar a realizar la visión trazada; orientando y adaptando cada una de las actividades a la meta.

Teoría clásica de la administración

JARAMILLO, Milagros (2006) menciona que:

Fayol define el acto de administrar como planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Definiendo los mismos de la siguiente forma:

- Planear: visualizar el futuro y trazar el programa de acción.
- Organizar: construir las estructuras material y social de la empresa.
- Dirigir: guiar y orientar al personal.
- Coordinar: enlazar, unir y armonizar todos los actos y esfuerzos colectivos.
- Controlar: verificar que todo suceda de acuerdo con las reglas establecidas y las órdenes dadas.

Estos elementos de la administración, que constituyen el llamado proceso administrativo, se hallan presentes en cualquier actividad del administrador y en cualquier nivel o área de actividad de la empresa (pp. 2 y 3).

La teoría de la administración es importante pues permite determinar los aspectos esenciales para realizar un buen planeamiento; así tomamos los aspectos de planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar como puntos específicos para identificar cada una de las acciones a realizar para lograr una actividad productiva y rentable.

1.3.3. Teoría variable independiente

PLAN DE MINADO

Dentro de un plan de minado se consideran todas las actividades a desarrollar para la exploración, explotación, beneficio y venta del material de interés; detallando los equipos y personal requerido para cada una de las actividades a realizar. Dentro de estas se deben considerar:

Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico tuvo la finalidad de tomar datos de campo para la elaboración de planos y mapas en el cual se detalle el relieve, su localización de puntos y de detalles naturales o artificiales que se encuentren en el área de interés.

Reconocimiento del área de estudio

Dentro de todo proyecto minero es necesario identificar el estado actual del área y las condiciones que podrían favorecer y afectar lo propuesto para la explotación de este. Para ello es necesario describir factores como:

- a. **Ubicación:** Detallar la zona donde se encuentra el área de interés, departamento, distrito, provincia y las coordenadas exactas de ubicación, mostrando un plano de ubicación para poder especificar mejor la zona donde se encuentra el área.
- b. **Vías de acceso:** estos son los medios que deben ser identificados y señalados en un plano para poder definir en caso de cantera cual es la distancia de la zona de extracción al punto de venta.
- c. **Clima:** el detallar el clima en el área donde se encuentra la cantera es de gran importancia ya que algunos factores climáticos pueden afectar a la actividad

extractiva, como las lluvias u olas de calor, causado daños a la maquinaria y al personal.

d. Biodiversidad: la identificación de la diversidad de especies vegetales y animales del área de extracción, es importante, ya que al realizar una actividad que genera un cambio en el entorno se pueden ver afectados los diversos ecosistemas existentes, generando la extinción o migración de especies oriundas de la región perjudicando su biodiversidad.

e. Cuerpos de agua: Es necesario la identificación de los cuerpos de agua presentes en el área de la cantera, para así asegurarnos de que la actividad extractiva no afectará significativamente a estas trayendo consigo consecuencias como escasez de agua para la población, flora y fauna del lugar.

f. Maquinaria: determinar el tipo de maquinaria con la que se cuenta en la cantera es de vital importancia porque permitió determinar el ciclo de minado, carguío y acarreo y a la vez optimizarlo teniendo en cuenta las características de ésta.

Estudio geológico

Dentro del estudio geológico es necesario realizar un estudio de la geología regional y local de la zona, con la finalidad de identificar las distintas formaciones que se encuentran en el área y poder definir su extensión de cada una de estas.

Estimación de reservas

La estimación de reservas son los distintos métodos utilizados para dar un dato aproximado de la cantidad de material de interés que puede haber en un yacimiento. Obteniendo una estimación de reservas probadas probables y posibles, dentro de los muchos métodos que existen el que se utiliza más para canteras es el de la media aritmética, este es un método tradicional y fácil de aplicar.

Dentro de la estimación de reservas se deben tener en cuenta factores como:

- a. **Elaboración de calicatas:** la realización de calicatas es muy importante en el método de estimación de reservas de la media aritmética ya que mediante estas se puede observar la distribución y profundidad del material de interés económico.
- b. **Análisis de perfiles estratigráficos:** el método de estimación de la media aritmética, consta en la evaluación de un cierto número de calicatas, tomando en cuenta la distribución del material y la profundidad de estas, elaborando un perfil estratigráfico transversal de la cantera permitiendo determinar la cantidad de reservas probadas, estimando las probables y previendo las posibles.

Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos

Estos ensayos comprenden un grupo de técnicas las cuales se realizan tanto en laboratorio como en campo, y nos permitieron caracterizar de manera geotécnica y geológica el material de extracción basándose en parámetros los cuales se encuentran relacionados al entendimiento de procedimientos mineros.

Dentro de este proyecto se consideraron las siguientes técnicas de campo y de laboratorio, las cuales permitieron conocer la calidad del material extraíble.

- a. **Contenido de humedad:** este ensayo está destinado a determinar el porcentaje de humedad de los pétreos contenidos en la cantera. Ya que en arenas y arcillas la humedad produce esponjamiento, lo que puede afectar la capacidad de la cuchara de la maquinaria de excavación y del camión encargado de transportar el material.
- b. **Análisis granulométrico:** este ensayo de laboratorio se realiza para determinar la granulometría de los pétreos contenidos en la cantera, permitiéndonos

su clasificación para determinar las distintas cantidades de cada tipo de material que hay en cantera.

1.3.4. Teoría variable dependiente

OPTIMIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS

La explotación de minas corresponde al conjunto de actividades, operaciones o trabajos que es necesario realizar para separar físicamente los minerales desde su ambiente natural y transportarlos hasta las instalaciones de procesamiento, donde se recuperará aquellas sustancias y materiales que el hombre usa en sus actividades cotidianas o puntuales (EXPLOTACIÓN DE MINERALES, 2017, párr. 2).

Dentro de este proyecto se buscó mejorar y optimizar el proceso de extracción mediante la proposición de un nuevo ciclo de minado (método de explotación), una disminución de tiempo en el ciclo de carguío y acarreo mediante la evaluación previa realizada con los conocimientos profesionales obtenidos durante la carrera.

Elección del método de explotación

Según HERRERA, Juan (2006) menciona que la elección de un método de explotación es una fase muy importante dentro del diseño de una mina, considerando los costos de explotación y el análisis de los parámetros específicos del yacimiento como la geometría del depósito, sus leyes, las propiedades geo mecánicas del área, el medio ambiente y las condiciones sociales.

Método de explotación por cortas

Este método de explotación se usa generalmente en minas metálicas y en minas de carbón. La explotación se hace por medio de un banqueo descendente obteniendo una

forma de sección vertical (truncocónica). Las explotaciones por cortas usualmente son a gran escala pudiendo llegar a superar los 300 m. de profundidad.

Método de explotación por descubiertas

Esta explotación se da en yacimientos que se encuentran cubiertos por material estéril a unos 50 m. de profundidad generalmente horizontales. La extracción se realiza de forma unidireccional con un único banco, buscando iniciar con el arranque del estéril y dejando a la vista el mineral.

Método de explotación por terrazas

Este método de explotación es similar al método de explotación por descubiertas, ya que se realiza en yacimientos con inclinación horizontal y a la vez se aplica un avance unidireccional; exceptuando que en esta extracción se realizarán varios niveles, obteniendo mayores profundidades. Mientras se realizan las excavaciones parte del estéril es utilizado como relleno generando una inmediata restauración.

Método de explotación por contorno

Generalmente utilizada en yacimientos de carbón de bajo potencial, además recomendada para topografía desfavorable. Se realiza la extracción de manera transversal al yacimiento generando un único talud, el cual seguirá el afloramiento, realizando excavaciones de poca profundidad.

Método de explotación de graveras

Esta extracción se utiliza para material detrítico y es realizada por equipos mecánicos ya que las arenas y las gravas no se encuentran cohesionados y no es necesario una gran fuerza para su extracción. Esta explotación es de poca profundidad y de un solo banco.

Método de explotación por banqueo

En canteras se extraen rocas industriales y materiales de construcción, este es un sector es muy importante ya que se encarga de abastecer de materias primas al sector de construcción e infraestructura. Para la explotación en cantera el método más utilizado es el de banqueo, el que consta de un único banco en el cual la extracción se da mediante una máquina excavadora. Este tipo de explotación se realiza de manera descuidada, y las dimensiones del banco dependen de las características de la maquinaria con la que se cuenta.

Diseño del banco de explotación: para poder contar con un área segura para la explotación del material es necesario diseñar el banco de explotación, el cual debe tener una altura y un ángulo máximo de inclinación.

Para determinar el ángulo de inclinación correcto para el banco se debe utilizar la siguiente formula:

$$\alpha = \arctg(f)$$

Dónde: α : ángulo del talud

f : Coeficiente de Resistencia. (**Anexo N° 06**)

Y la altura será determinada por las características del material y la altura de la maquinaria.

Ciclo de minado, carguío y acarreo

Los ciclos de minado carguío y transporte es el tiempo que se prevé tardara cada una de estas actividades, la cual se verá afectada directamente por las características de la maquinaria a utilizar, las destrezas de los operarios de la maquinaria, el material con el que se está trabajando y las condiciones que presente el área. Es por ello que estos ciclos

se determinan en campo, realizando la medición de tiempo de cada una de estas actividades, tomando en cuenta todos los factores mencionados anteriormente, con la finalidad de optimizar las operaciones y evitar los tiempos muertos.

Vida útil de la cantera

La vida útil se determina a partir de la cantidad de reservas con las que se cuenta y las demandas del material de interés económico. A partir de esta se obtiene el tiempo en que se podrá seguir extrayendo material de una manera rentable de la cantera.

Relación de extracción con respecto al tiempo: para determinar la vida útil se debe crear una relación de la cantidad de material extraído diariamente con las reservas estimadas.

$$vida\ util = \frac{volumen\ de\ reservas}{volumen\ extraido\ diariamente}$$

Evaluación de la rentabilidad

La principal finalidad de realizar un plan de minado es hacer la actividad de explotación rentable, para verificar que este, está cumpliendo con su propósito se debe realizar un análisis de la rentabilidad, en el cual se deben considerar todos los gastos que se generan para la explotación del material (pagos a los trabajadores, revisión técnica de la maquinaria, costos de extracción, transporte, etc.) y todos los ingresos que tiene la cantera, obteniendo la ganancia neta de esta.

1.4. Formulación al Problema

¿Cómo se puede lograr una explotación óptima en la cantera Astramacon - Ferreñafe 2018?

1.5. Justificación del estudio

Los motivos que conllevan a desarrollar el presente proyecto son de tipo académico y personal. Académico, dado que al descubrir que el problema es la falta de un plan de minado en la cantera Astramacon podré aplicar los conocimientos adquiridos generando en mí, una experiencia de campo ratificándome al llegar a mi objetivo como una profesional competente buscando una mejora en cuanto a equipos utilizados, métodos de explotación adecuados para la cantera, instalaciones y protección a los trabajadores; evitando generación de tiempos muertos en los ciclo de minado, una falta de aprovechamiento al 100% de la maquinaria con la que se cuenta, la generación de gastos innecesarios en la extracción del material y la falta de una secuencia para la explotación. Por eso se hace relevante plantear una temática relacionada con la evaluación de yacimientos minerales. De igual modo, es personal porque se está buscando una mejoría para la minería lambayecana que en su mayoría se encuentra enfocada en la extracción de material pétreo en canteras, logrando la optimización de las labores extractivas y mejorando las condiciones de trabajo para el personal. Así mismo se busca aumentar la tasa laboral para la comunidad mesones Muro proporcionándoles un beneficio económico generado por una actividad rentable.

Así mismo se busca generar la formalización de la actividad minera en Lambayeque dando un primer paso a la existencia del canon minero en nuestra región.

Es necesario destacar el gran valor que posee el presente proyecto de investigación ya que propone un plan de minado para la cantera Astramacon, para ello se realizará un reconocimiento del área de estudio, también se realizará un levantamiento topográfico, además de estimar las reservas, se realizará un estudio geotécnico, se elegirá el método de explotación, se determinará el ciclo de minado carguío y acarreo, así mismo se definirá la vida útil de la cantera, finalizando con la evaluación de la rentabilidad del planeamiento propuesto.

1.6. Hipótesis

Si se diseña un plan de minado entonces se logrará optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon - Ferreñafe 2018.

1.7. Objetivo

1.7.1. Objetivo General

Diseñar un plan de minado para optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon - Ferreñafe 2018.

1.7.2. Objetivos Específicos

- a.** Realizar un levantamiento topográfico e identificación del área de estudio.
- b.** Desarrollar un estudio geológico
- c.** Estimar las reservas de la cantera.
- d.** Analizar el material económico mediante ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.
- e.** Seleccionar el método de explotación.
- f.** Determinar el ciclo de minado, carguío y acarreo.
- g.** Calcular la vida útil de la cantera.
- h.** Evaluar la rentabilidad del plan de minado.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Según la naturaleza de la investigación y los objetivos de la misma, el tipo de investigación es de enfoque cuantitativo con el diseño no experimental explicativo porque según HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BATISTA, María (2014) las investigaciones explicativas están dirigidas a reconocer las relaciones que existen entre las variables de estudio, centrando su interés en explicar las causas del suceso investigado y bajo qué condiciones se presenta. En este caso la investigación abarca el explicar cómo a través de un plan de minado puede ayudar a optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon ubicada en la provincia de Ferreñafe.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variables independiente y dependiente

- **Plan de minado**

“Consiste, por lo tanto, en la ejecución secuencial de las operaciones básicas del arranque del mineral desde su ubicación terrenal y el manejo de los materiales extraídos” (EXPLOTACIÓN DE MINERALES, 2017, párr. 2).

El planeamiento consiste en especificar los procedimientos de cada operación, fijando tiempos, realizando la elección del equipo apropiado y tomando en cuenta las condiciones de los trabajadores en cada actividad a realizar, con una previa evaluación de las exigencias que la empresa presenta. Pues este ayudará a obtener una producción económicamente rentable, disminuyendo pérdidas tanto materiales como humanas que paralizarían las actividades teniendo gastos adicionales y retrasos en sus operaciones.

- **Optimizar la explotación de agregados**

La explotación de agregados es “la organización de las actividades de trabajo se basan sobre un esquema de producción continuo con la preparación de los tiempos de limpieza del macizo rocoso, corte, separación de bloques y evacuación” (PROAÑO, Gastón, 2009, p. 7).

La explotación de canteras está vinculada al sector minero, es aquella operación que se realiza mayormente a tajo abierto y en algunas ocasiones se realiza en socavones, lo que depende del material que se quiere extraer de dicho lugar. Por ejemplo, si se va extraer material para construcciones, la extracción se realiza a tajo abierto y en porciones menores a las que se extrae en minas propiamente dichas. Es necesario que esta cuenta con una previa organización y planeamiento para que la actividad extractiva sea óptima.

2.2.2. Operacionalización

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES		INSTRUMENTOS
PLAN DE MINADO	Levantamiento topográfico	Reconocimiento de área	Ubicación	Guía de observación de campo.
			Vías de acceso	
			Clima	
			Biodiversidad	
			Cuerpos de agua	
			Maquinaria	
	Topografía del área			
	Estudio geológico	Geología regional		
		Geología local		
	Estimación de reservas	Elaboración de Calicatas		
Análisis de perfiles estratigráficos				

	Estudio Geotécnico (Evaluación de la calidad del material)	Contenido de humedad.	Guía de observación de laboratorio
		Análisis granulométrico	
		Ensayo de límites	
		Ensayo del coeficiente de porosidad	
		Ensayo del coeficiente de Esponjamiento.	
		Determinar el % del material estéril	
		Análisis químico	
OPTIMIZAR LA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS	Elección del método De explotación	Método de explotación por banqueo.	Guía de observación de campo
	Ciclo de minado, carguío y acarreo	Medir Tiempo (cucharada/segundo)	
		Medir Cantidad (m ³ / cucharada)	
		Medir Costos de extracción, carguío y de acarreo.	
		Medir Distancia (km/ hora).	
	Vida útil de la cantera	Crear una relación de extracción de material con respecto al tiempo	
	Evaluación de rentabilidad	Análisis de la oferta	Guía de entrevista
Análisis de la demanda			
Análisis de ganancias obtenidas mensualmente			

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Está conformada por un total de 13 canteras ubicadas en el Distrito de Manuel Antonio Mesones Muro además de trabajadores que forman parte de dichas canteras.

2.3.2. Muestra

Para la selección de la muestra se recurrió a la técnica muestral no probabilística por conveniencia, la misma que permitió identificar a la cantera Astramacon ubicada en el Distrito de Manuel Antonio Mesones Muro, y además de trabajar con un número total de 5 trabajadores de dicha cantera.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para la recopilación de datos del actual trabajo de investigación se empleará las técnicas documentales y de campo.

Técnica de investigación documental, llamada también técnica de gabinete, la misma que ayudó a realizar la búsqueda e interpretación de la información documentada. Esta técnica fue utilizada inicialmente para el empleo de la información bibliográfica que permita la identificación del problema y la construcción del marco teórico (CAMPOS, 2015).

Así mismo, se recurrió al empleo de citas tanto textuales y de parafraseo las mismas que permitieron ubicar a los autores obtenidos de repositorios y espacios realmente reconocidos.

El trabajo se basa en la utilización de diversas investigaciones recolectadas a partir de libros y reseñas de revistas digitales que sean asequibles a través de la red informática.

Técnicas de campo: este tipo de técnica ayudó a recabar información y datos a partir de la observación y acercamiento al propósito de la investigación. Entre las que se emplearon en el trabajo de investigación se encuentran: la técnica de la observación y la técnica de la entrevista.

- **Técnica de observación directa:** con esta técnica se obtuvo información directa de la cantera Astramacon – Ferreñafe: la ubicación, vías de acceso, clima, biodiversidad, infraestructura, tipo de maquinaria a utilizar. Mirando detalladamente lo que interesa en la investigación en cuanto a los procesos de cada ensayo a realizar en laboratorio. Haciendo uso de una guía de observación de campo y de laboratorio (**Anexo N° 03 y N° 04**).
- **Técnica de entrevista:** con esta técnica se logró reunir información resaltante de primera mano haciendo uso de la entrevista dirigida al gerente o administrador, los que deben tener el conocimiento y la práctica sobre el tema a investigar y para ello se respaldó en el instrumento la guía de entrevista (**Anexo N° 05**).

2.5. Métodos de análisis de datos

Los métodos que se emplearon en el trabajo de investigación serán el analítico y el sistémico.

- **Método analítico:** ya que se realizó en base al reconocimiento y análisis de las partes de un todo que se estará investigando (objeto de investigación), haciendo un estudio minucioso de las partes que lo conforman y la forma de cómo estos funcionan.
- **Método sistémico:** este método permite establecer un orden en base a manejo de reglas que la propia investigación brindan lo que permitió llegar a tener una comprensión sistémica de una situación dada.

Y en cuanto al análisis de datos, se hizo referencia al método de análisis de datos, pruebas de hipótesis y las técnicas de tratamiento estadístico mediante el programa Excel.

2.6. Aspectos éticos.

Conforme al reglamento establecido por la Universidad César Vallejo y al origen de la investigación, los aspectos éticos que se van a tener en cuenta en el presente proyecto de investigación son los siguientes: Manejo de fuentes de consulta, Claridad en los objetivos de la investigación, Transparencia de los datos obtenidos, Honestidad y Responsabilidad.

- **Manejo de fuentes de consulta:** El presente trabajo contará con información bibliográfica la cual será expresada por medio de citas (textuales y parafraseadas) buscando reconocer la labor de investigadores previos y a la vez realzando su trabajo y diferenciándolo del propio.
- **Claridad en los objetivos de la investigación:** Todos los objetivos propuestos en este proyecto de investigación, buscan el mejor desarrollo del trabajo de investigación, velando llegar a nuestro objetivo principal y lograr responder a nuestro problema planteado y probar la hipótesis propuesta.
- **Transparencia de los datos obtenidos:** Toda la información que será recolectada mediante los instrumentos elaborados, será real, evitando la intervención de opiniones propias ni adecuación de datos que puedan alterar la veracidad de esta investigación.
- **Honestidad:** Se refiere a la publicación de hechos reales en la presente investigación para que futuros investigadores puedan corroborarlo en futuros estudios y usando otros métodos experimentales.

- **Responsabilidad:** La presente investigación se realizó cumpliendo de forma estricta todos los requisitos legales y éticos establecidos en el proyecto de investigación.

III. RESULTADOS

Los resultados que a continuación se detallan están en base a los objetivos específicos y tomando en cuenta los instrumentos aplicados en la cantera Astramacon.

3.1. Levantamiento topográfico e identificación del área de estudio

Tabla 1: Coordenadas de la cantera Astramacon

Levantamiento topográfico			
N°	Coordenada Norte	Coordenada Este	Altura
01	9267589.00	642586.00	78
02	9267607.00	642998.00	78
03	9267587.00	643692.00	84
04	9267217.00	643574.00	84
05	9267055.00	643434.00	81
06	9266991.00	643055.00	78
07	9267037.00	642779.00	77
08	9267088.00	642594.00	74
09	9267256.00	642564.00	74

Fuente: Elaboración propia.

El levantamiento topográfico en la cantera Astramacon se llevó a cabo con el objetivo de plasmar en un plano las dimensiones y delimitaciones de las diferentes áreas donde se realizan las actividades de extracción, apilamiento, zonas de zarandas, zona de control y carga de camiones.

La cantera cuenta con un área de 60 has., se encuentra delimitada por las coordenadas UTM que se muestran en la tabla N° 1 y con un perímetro de 3132 metros. Este levantamiento topográfico se realizó con la ayuda de un GPS GARMIN Etrex 20x, con el cual se tomaron las coordenadas delimitantes, a la vez se utilizaron como apoyo el

programa SAS.Planet el cual proporcionó una vista satelital de la zona de estudio y una imagen georreferenciada; ArcGIS el cual generó las curvas de nivel a una distancia de 5 m del yacimiento. (Anexo N° 07)

3.2. Identificación del área de estudio

Tabla 2: Guía de observación de campo

N°	Ítems	Respuesta	
		Si	No
01	Las vías de acceso se encuentran en condiciones óptimas para el desarrollo del transporte del material.		X
02	Las vías de acceso cuentan con la respectiva señalización.		X
03	El clima es adecuado para el trabajo que realizan los empleados de la cantera		X
04	Las actividades de extracción afectan a la flora originaria de la zona		X
05	Las actividades de extracción afectan a la fauna propia del lugar.		X
06	El clima ayuda a que las características del material extraído sean adecuadas para sus diferentes aplicaciones	X	
07	La cantera genera nuevos empleos para la comunidad.	X	
08	Existen cuerpos de agua en la zona, que afecten o interrumpen las labores.		X
09	Los trabajadores cuentan con una movilidad específica para su transporte hacia las labores.		X

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la identificación del área de estudio se pudo observar que:

Las vías de acceso no se encuentran en condiciones adecuadas para el correcto desarrollo de las actividades de transporte de material, esta es una trocha carrozable que no cuenta con las medidas requeridas para transcurrirse en doble vía; al mismo tiempo su recorrido se dificulta debido al constantes levantamiento de polvo producido por el tráfico el cual dificulta la visibilidad de camiones, y otras unidades automovilísticas.

Tampoco se pudo observar ninguna señalización en el transcurso del trayecto generando inseguridad al no delimitar las zonas de tránsito, desvíos y paradas.

Las altas temperaturas que se presentan dentro de la cantera generan condiciones de bochorno a los trabajadores, trayendo consigo serios problemas de deshidratación e insolación, poniendo en riesgo la salud y el bienestar del personal.

Dentro de la zona donde se encuentran ubicadas las canteras no se pudo observar flora y fauna originaria de la localidad, puesto que las condiciones desérticas impiden el desarrollo de éstas, no viéndose afectadas por las actividades extractivas.

El clima seco que se presenta en esta área beneficia a las características del material de interés, ya que éste presenta un bajo nivel de humedad haciéndolo óptimo para sus distintos usos en actividades de construcción civil.

Las actividades de la cantera tienen como prioridad la contratación de personal perteneciente al Distrito Manuel Antonio Mesones Muro brindándoles un ingreso para su desarrollo económico personal y familiar.

No se observó dentro de la cantera ningún cuerpo de agua que impida el desarrollo de las actividades extractivas.

Los trabajadores llegan a su área laboral con sus propios medios ya sea en autos, motos o camiones.

3.3. Estudio geológico

Tabla 3: Descripción de la geología regional y local

Descripción de la Geología	
	Descripción
Geología Regional	<p>Dentro de las estructuras litológicas encontramos en el era tema Mesozoico, dentro del sistema triásico la formación La Leche, en la cual se encuentran areniscas de grano fino, calizas negras bituminosas, silicificadas con fósiles, intercaladas con lutitas, conglomerados y tobas volcánicas.</p> <p>En el sistema jurásico se presenta la formación Volcánico Oyotún, dentro de ésta se presentan intercalaciones sedimentarias de tobas, grauvacas y areniscas.</p> <p>Dentro del sistema cretáceo en la formación Muni podemos observar lutita gris, caliza gris, cristaliza de grano fino masiva. En la Formación Inca Chúlec y Paraitambo encontramos areniscas y lutitas.</p> <p>Dentro del grupo goyllarisquizga se muestran conglomerados intercalados con horizontes de lutita gris, marrón y rosado.</p> <p>Entrando a la eratemala Cenozoica entre el sistema cretáceo y terciario encontramos Granodioritas. Y en el sistema cuaternario se haya un depósito aluvial compuesto por grandes bloques, gravas y arenas, con muy poca matriz de material fino. (Anexo N° 08)</p>

Geología Local	<p>Dentro de las formaciones litológicas encontramos el eratema Mesozoico, dentro de este el sistema Cretáceo en el cual hayamos la formación Muni conformada por lutita gris, caliza gris y cristaliza de grano fino masiva; también se observa la formación Inca Chúlec y Paraitambo encontrando areniscas y lutitas; de igual modo el grupo goyllarisquizga compuesto por conglomerados, intercalados con horizontes de lutita gris, marrón y rosado. Entrando al eratema Cenozoico, entre el sistema cretáceo y terciario encontramos granodioritas. Y finalmente en el sistema cuaternario se muestra el depósito coluvial conformado por grandes bloques, gravas y arenas, con muy poca matriz de material fino. (Anexo N° 09)</p>
-----------------------	---

Fuente: Elaboración propia

3.4. Estimación de reservas

3.4.1. Análisis de calicatas

Tabla 4: Coordenadas de calicatas

Calicata	Coordenadas		Altura
	Este	Norte	
N°1	642682	9267196	71 m
N°2	642684	9267199	69 m
N°3	642652	9267228	67 m
N°4	642667	9267274	65 m
N°5	642690	9267351	73 m

Fuente: Elaboración propia

Calicata N° 1: esta calicata se realizó en la coordenada x: 642682, y: 9267196 con una profundidad de 1.80 m; presentando desde la superficie 30 cm de restos orgánicos (no rentable), 20 cm de arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas y 1.30 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 10**)

Calicata N° 2: esta calicata se realizó en las coordenadas x: 642684, y: 9267199 con una profundidad de 2.70 m presentando desde la superficie 0.20 m de material deletéreo el cual contenía restos de plantas (no rentable), 0.40 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad, 0.30 m de arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas, 0.40 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad, 0.90 m de arenas de medias a finar con presencia de gravas redondeadas y 0.50 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 11**)

Calicata N° 3: Esta calicata se realizó en las coordenadas x: 642652, y: 9267228 con una profundidad de 4.20 m presentando desde la superficie 0.30 m de material deletéreo el cual contenía restos de plantas (no rentable), 1.40 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad, 0.30 m de arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas y 2.20 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 12**)

Calicata N° 4: Esta calicata se realizó en las coordenadas x: 642667, y: 9267274 con una profundidad de 4.20 m presentando desde la superficie 0.20 m de material deletéreo el cual contenía restos de plantas (no rentable), 3.80 m de arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas y 0.20 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 13**)

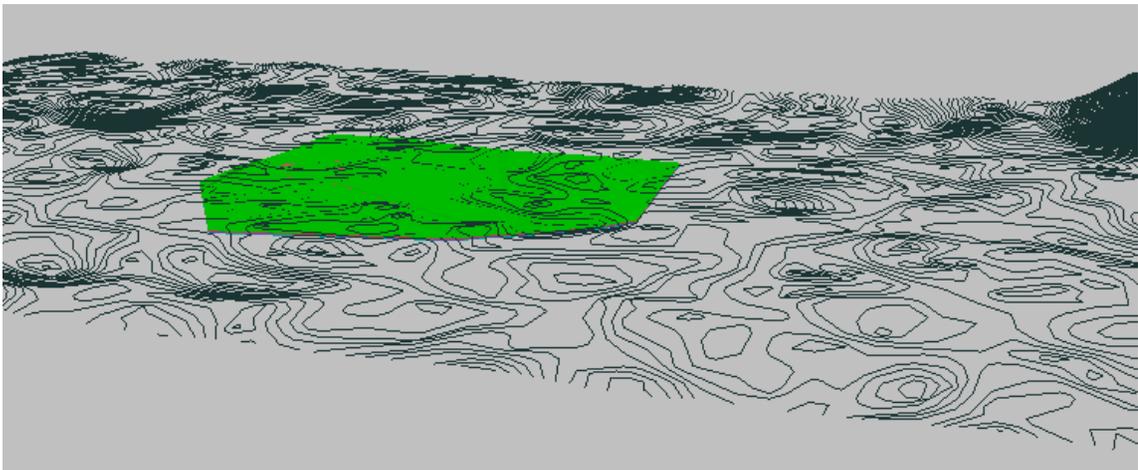
Calicata N° 5: esta calicata se realizó en las coordenadas x: 642690, y: 9267351 con una profundidad de 4.50 m presentando desde la superficie 0.20 m de material deletéreo el cual contenía restos de plantas (no rentable), 0.40 m de gravas redondeadas a sub

redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad, 0.90 m de arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas y 3 m de gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 14**)

3.4.2. Estimación de reservas

Después de realizar el análisis de las calicatas se procedió al modelamiento de la zona de explotación con ayuda del programa Recmin, dentro de este se colocó la información de curvas de nivel de la zona de explotación cada un metro apoyándonos de la utilización del GPS y el programa SAS Planet, obteniendo:

Figura 1: Modelamiento en Recmin de la zona de explotación de la cantera Astramacon



Fuente: Elaborado en Recmin.

Para la división de reservas probadas probables y posibles se empleó el método de secciones disponible en el software RecMin, el cual permite la creación de perfiles en el área de interés a longitudes determinadas, facilitando el cálculo de volúmenes mediante un algoritmo matemático ya propuesto.

- **Reservas probadas**

Dentro de las reservas probadas está el material deletéreo superficial, el cual tendrá que extraerse para destapar el material de interés económico.

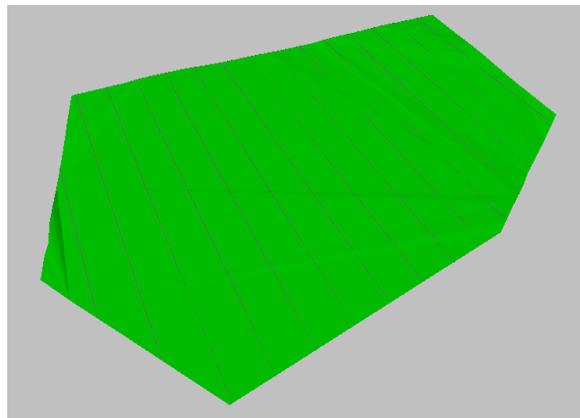
- Deletéreo

Tabla 5: Volúmenes acumulados de material deletéreo

Sección	Área	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	74.71	50	-607.25	-607.25
3	130.89	50	5,140.00	4,532.75
4	147.96	50	6,971.25	11,504.00
5	146.31	50	7,356.75	18,860.75
6	143.25	50	7,239.00	26,099.75
7	140.9	50	7,103.75	33,203.50
8	138.68	50	6,989.50	40,193.00
9	138.07	50	6,918.75	47,111.75
10	136.21	50	6,857.00	53,968.75
11	132.39	50	6,715.00	60,683.75
12	127.94	50	6,508.25	67,192.00
13	117.97	50	6,147.75	73,339.75
14	107.64	50	5,640.25	78,980.00
15	95.76	50	5,085.00	84,065.00
16	93.9	50	4,741.50	88,806.50
17	0	38.08	1,787.86	90,594.36

Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Modelamiento de la capa de material deletéreo.



Fuente: Elaboración propia

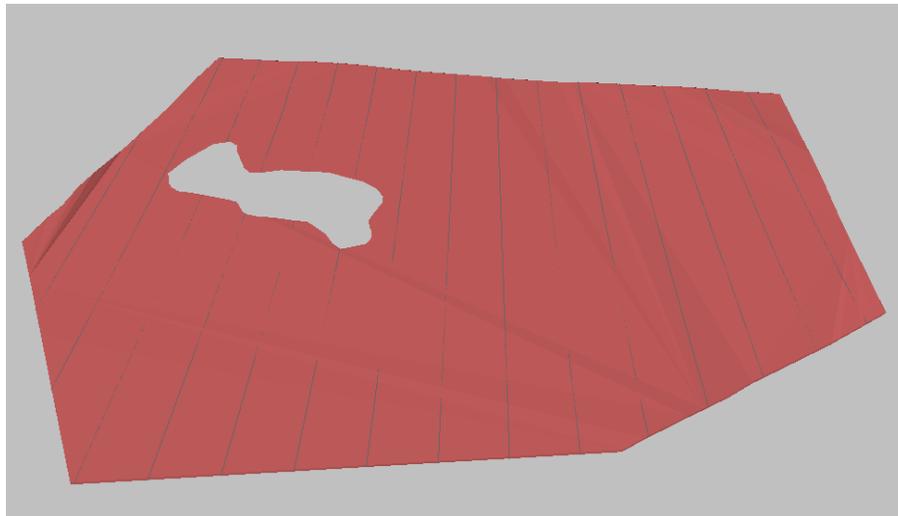
- Agregados

Tabla 6: Volúmenes acumulados de agregados. (Reservas probadas)

Sección	Área	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	592.64	50	12,341.00	12,341.00
3	1,151.32	50	43,599.00	55,940.00
4	846.56	50	42,328.00	98,268.00
5	688.32	50	34,416.00	132,684.00
6	765.54	50	38,277.00	170,961.00
7	892.65	50	44,632.50	215,593.50
8	1,230.06	50	61,503.00	277,096.50
9	1,209.18	50	60,459.00	337,555.50
10	1,188.28	50	59,414.00	396,969.50
11	1,167.21	50	58,360.50	455,330.00
12	1,124.62	50	56,231.00	511,561.00
13	1,049.20	50	52,460.00	564,021.00
14	970.19	50	48,509.50	612,530.50
15	897.59	50	44,879.50	657,410.00
16	823.05	50	41,152.50	698,562.50
17	0	38.08	0.00	698,562.50

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Modelamiento de la capa de agregados.



Fuente: elaboración propia.

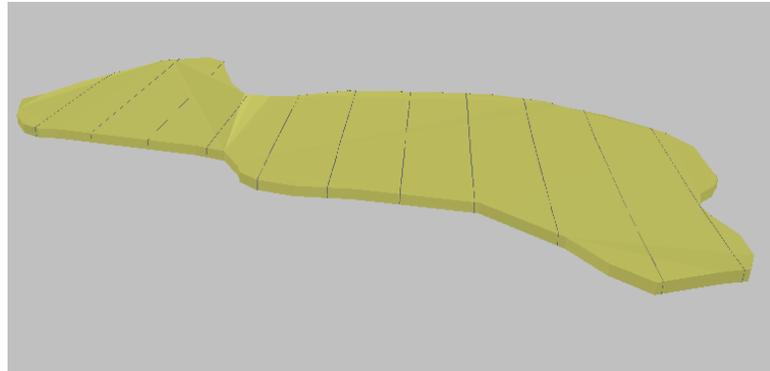
- Arena

Tabla 7: Volúmenes acumulados de arena

Sección	Arena	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	228.77	20	1,297.70	1,297.70
3	313.06	20	5,418.30	6,716.00
4	318.3	20	6,313.60	13,029.60
5	190.6	20	5,089.00	18,118.60
6	243.69	20	4,342.90	22,461.50
7	268.4	20	5,120.90	27,582.40
8	275.29	20	5,436.90	33,019.30
9	282.98	20	5,582.70	38,602.00
10	321.51	20	6,044.90	44,646.90
11	365.79	20	6,873.00	51,519.90
12	300.88	20	6,666.70	58,186.60
13	0	10.66	1,603.69	59,790.29

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Modelamiento de la capa de arena.



Fuente: Elaboración propia.

Después de haber realizado el modelamiento de las reservas probadas se obtuvo que para el material deletéreo se tiene un volumen de 90,594.36 m³, en agregados el volumen es de 698,562.50 m³ y arena un volumen de 59,790.29 m³.

- **Reservas probables**

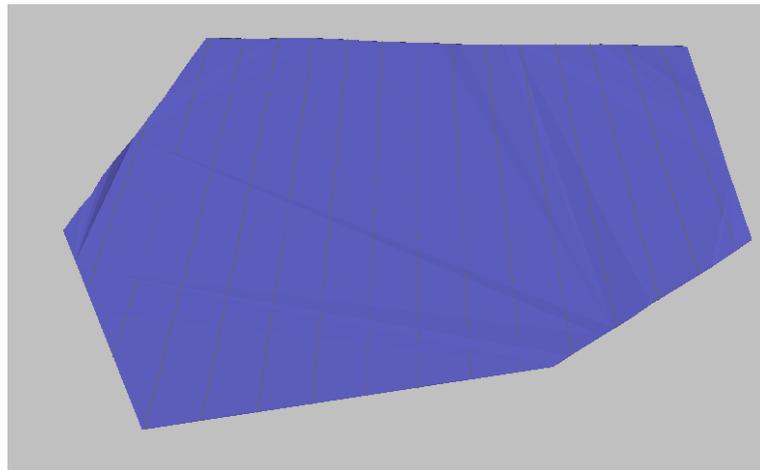
• Agregados

Tabla 8: Volúmenes acumulados de agregados (Reservas probables)

Sección	Area	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	418.56	50	7,989.00	7,989.00
3	801.53	50	40,076.50	48,065.50
4	995.86	50	49,793.00	97,858.50
5	898.31	50	44,915.50	142,774.00
6	885.51	50	44,275.50	187,049.50
7	890.9	50	44,545.00	231,594.50
8	856.44	50	42,822.00	274,416.50
9	841.95	50	42,097.50	316,514.00
10	896.56	50	44,828.00	361,342.00
11	891.71	50	44,585.50	405,927.50
12	783.09	50	39,154.50	445,082.00
13	810.51	50	40,525.50	485,607.50
14	754.17	50	37,708.50	523,316.00
15	618.15	50	30,907.50	554,223.50
16	573.05	50	28,652.50	582,876.00
17	0	38.08	0.00	582,876.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5: Modelamiento de la capa de agregados (reservas probables).



Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber elaborado el modelamiento de las reservas probables se obtuvo que para agregados se tiene un volumen de 582,876.00 m³, teniendo en cuenta que la profundidad de esta capa es de 1.5 m y el área de explotación 388101.43 m². En cuanto al área donde se encontraba el banco de arena, para esta etapa se prevé que ya estaría agotada debido a que durante la observación de la calicata realizada en campo mostraba una profundidad de 3 metros.

- **Reservas posibles**

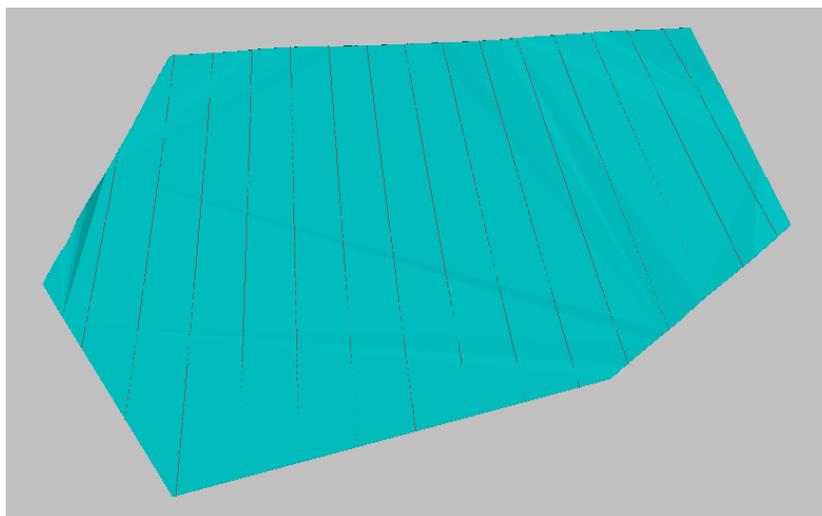
- Agregados

Tabla 9: Volúmenes acumulados de agregados (reservas posibles)

Sección	Área	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	278.13	50	4,478.25	4,478.25
3	532.43	50	26,621.50	31,099.75
4	666.89	50	33,344.50	64,444.25
5	647.37	50	32,368.50	96,812.75
6	588.79	50	29,439.50	126,252.25
7	578.7	50	28,935.00	155,187.25
8	568.71	50	28,435.50	183,622.75
9	659.33	50	32,966.50	216,589.25
10	549.48	50	27,474.00	244,063.25
11	640.54	50	32,027.00	276,090.25
12	520.22	50	26,011.00	302,101.25
13	484.28	50	24,214.00	326,315.25
14	447.55	50	22,377.50	348,692.75
15	415.28	50	20,764.00	369,456.75
16	380.45	50	19,022.50	388,479.25
17	0	38.08	0.00	388,479.25

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Modelamiento de la capa de agregados (reservas posibles).



Fuente: Elaboración propia.

Y finalmente dentro de reservas posibles se obtuvo que el volumen de agregados es de 388,479.25 m³, contando con área de explotación de 388101.43 m² y una profundidad estimada de 1 m. (Anexo N° 15)

3.5. Ensayos de laboratorio de suelos para evaluar la calidad del material

3.5.1. Ensayos de laboratorio realizados al material fino (Arena)

Ensayo de granulometría: este ensayo se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo filial Chiclayo, utilizando diez tamices para la clasificación y separación del material. (Anexo N° 04 - A)

Tamices usados: ½”, 3/8”, N° 4, N° 8, N° 16, N°30, N° 50, N°100, N° 200, < N° 200 (fondo).

Se trabajó con una muestra de 1500 gramos, obteniendo como porcentaje acumulado para el primer tamiz 3.65% y porcentaje que pasa 96.35%. Para el tamiz de 3/8” se obtuvo que el porcentaje retenido fue de 7.38% y el porcentaje que pasó fue de 92.62%,

en el tamiz N° 4 el porcentaje acumulado fue de 15.43% y el porcentaje que pasó fue de 84.57%, para el tamiz N° 8 el porcentaje de muestra retenido fue de 24.18% y el porcentaje que pasó fue de 75.82%. En el tamiz N° 16 se obtuvo un porcentaje de muestra retenida 39.07% y muestra que pasó 60.93%, en el tamiz N° 30 el porcentaje acumulado fue de 53.79% y la muestra que pasó fue de 46.21%, en el tamiz N° 50 presentó un porcentaje de muestra retenida de 74.26% y la muestra que pasó fue de 25.74%, para el tamiz N°100 el porcentaje acumulado fue de 93.57% y el porcentaje que pasó fue de 6.43%. para el tamiz N° 200 el porcentaje retenido fue del 98.60% y el porcentaje que pasó 1.40%. Y finalmente en el fondo quedó un porcentaje de 94.97%.

Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 10: Ensayo de análisis granulométrico de agregado fino

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN E.T.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.70	54.70	3.65	3.65	96.35		
3/8"	9.52	56.00	3.73	7.38	92.62	100.00	TAMAÑO MAX : N° 4
N° 4	4.75	120.80	8.05	15.43	84.57	95 - 100	PESO TOTAL 1500.00 gr
N° 8	2.36	131.20	8.75	24.18	75.82	80 - 100	
N° 16	1.18	223.40	14.89	39.07	60.93	50 - 85	
N° 30	0.60	220.80	14.72	53.79	46.21	25 - 60	MODULO DE FINEZA : 3.00
N° 50	0.30	307.00	20.47	74.26	25.74	2 - 10	MATERIAL PASA N° 200 AASHTO T-11
N° 100	0.15	289.70	19.31	93.57	6.43	0 - 5	PESO INICIAL 1500.00 gr
N° 200	0.08	75.40	5.03	98.60	1.40	1 - 5	PESO LAVADO 1479.00 gr
< # 200	FONDO	21.00	1.40	94.97			% PASA LA MALLA N°200 1.40

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – UCV.

Ensayo de contenido de humedad: este ensayo se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad César Vallejo filial Chiclayo, con la muestra recogida durante la salida a campo a la cantera Astramacon. (**Anexo N° 04 – B**)

Los materiales requeridos para la realización del ensayo fueron:

- Tarro para suelo húmedo
- Tarro para suelo seco
- Agua
- Balanza
- Horno

Durante la realización del ensayo se tomaron dos muestras para un resultado más preciso, obteniendo que durante la primera muestra el peso del suelo seco fue de 263.80 gramos, el peso del tarro fue 42 gramos y el peso del agua utilizada durante el ensayo fue 2.05 gramos obteniendo un contenido de humedad para la primera muestra de 0.78%.

Para la segunda muestra se obtuvo que el peso del suelo seco fue de 259.80 gramos, el peso del tarro utilizado fue de 41 gramos y el peso del agua utilizada durante el ensayo fue de 2.03 gramos obteniendo un porcentaje del contenido de humedad de 0.78 gramos.

Observando que el porcentaje de humedad no varió en ninguno de los dos ensayos se determinó que el porcentaje de humedad promedio para el agregado fino presente en la cantera Astramacon es de 0.78% como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 11: Ensayo de porcentaje de humedad de agregado fino

HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO				
TARRO	1	2	3	PROMEDIO
TARRO + SUELO HÚMEDO	307.85	302.83		
TARRO + SUELO SECO	305.8	300.8		
AGUA	2.05	2.03		
PESO DEL TARRO	42	41		
PESO DEL SUELO SECO	263.8	259.8		
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.78	0.78		0.78

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – UCV.

Las condiciones de humedad óptimas recomendables para agregados finos empleados en áreas de construcción civil deben encontrarse entre 2% a 6% y como máximo entre 3% a 8%. Como pudimos observar en la muestra extraída de la cantera Astramacon el porcentaje de humedad fue de 0.78%, una humedad más baja de la recomendable, esto puede deberse a las condiciones climáticas que presenta la zona en la que está ubicada la cantera, esto es beneficioso para el concesionario ya que en caso de presencia de precipitaciones (usualmente en enero, febrero y diciembre) el porcentaje de humedad de material fino no sobrepasará el límite máximo recomendado para su utilización en la industria de la construcción civil.

3.5.2. Ensayos de laboratorio realizados al material grueso (Agregados)

Ensayo granulométrico: el presente ensayo fue realizado en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo filial Chiclayo con muestras extraídas de la cantera Astramacon durante una salida a campo. (**Anexo N° 04 – C**)

Los tamices utilizados para este ensayo fueron 17: 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°40, N° 50, N°60, N°100, N° 200, < N° 200 (fondo).

El peso de la muestra utilizada fue de 7 920 gramos, durante el ensayo se obtuvo que para el tamiz de 3" el porcentaje acumulado fue de 3.82% y el porcentaje que pasó fue de 96.18%, en el tamiz de 2 ½" el porcentaje acumulado fue de 16.15% y la muestra que pasó fue de 83.85%, en el tamiz de 2" el porcentaje retenido fue de 22.69% y la muestra que pasó fue 77.31%, en el tamiz de 1 ½" el porcentaje acumulado de la muestra fue de 29.11% y el porcentaje que pasó fue de 70.89%, para el tamiz de 1" el porcentaje acumulado fue de 42.92% y el porcentaje que pasó fue de 57.08%. En el tamiz de ¾" se obtuvo un porcentaje acumulado de 47.91% y el porcentaje que pasó fue de 52.09%, en el de ½" el porcentaje retenido fue de 56.28% y el porcentaje que pasó fue de 43.72%, en el tamiz de 3/8" el porcentaje acumulado fue de 60.41% y el porcentaje que pasó fue de 39.59%, para el tamiz N°4 el porcentaje acumulado fue de 71.55% y el porcentaje que pasó fue de 28.45%, en el tamiz N°8 el porcentaje retenido fue de 81.13% y el

porcentaje que pasó fue de 18.87%, para el tamiz N°16 e porcentaje acumulado fue de 89.61% y el porcentaje de muestra que pasó fue de 10.39%, para el N°30 el porcentaje acumulado fue de 95.41% y el porcentaje que pasó fue de 4.59%, para el N°40 el porcentaje retenido fue de 97.11% y el porcentaje que pasó fue del 2.89%, en el tamiz N°50 la muestra acumulada fue de 98.17% y la que pasó fue de 1.83%, en el de N°60 el porcentaje acumulado fue de 98.61% y el porcentaje que pasó fue de 1.39%, En el tamiz N°100 el porcentaje acumulado fue de 99.31% y el porcentaje que pasa fue de 0.69% y en la malla N°200 el porcentaje acumulado fue de un 99.74% y el porcentaje que pasó fue de 0.26%. En el fondo se obtuvo un porcentaje acumulado del 6%, observando que no hubo ninguna pérdida durante el ensayo.

Resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 12: Ensayo de análisis granulométrico de agregado grueso

Malla		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulg.	(mm.)					
3"	76.200	302.20	3.82	3.82	96.18	
2 1/2"	63.500	976.60	12.33	16.15	83.85	
2"	50.800	518.30	6.54	22.69	77.31	
1 1/2"	38.100	508.60	6.42	29.11	70.89	PESO TOTAL 7920.00 gr
1"	25.400	1093.90	13.81	42.92	57.08	
3/4"	19.050	394.60	4.98	47.91	52.09	TAMAÑO MAX : 3"
1/2"	12.700	663.10	8.37	56.28	43.72	
3/8"	9.525	326.80	4.13	60.41	39.59	TAMAÑO MAX. NORMAL 2 1/2"
N° 4	4.760	882.70	11.15	71.55	28.45	
N° 8	2.360	758.80	9.58	81.13	18.87	MÓDULO DE FINURA 6.97
N° 16	1.180	671.60	8.48	89.61	10.39	
N° 30	0.600	459.10	5.80	95.41	4.59	
N° 40	0.420	135.00	1.70	97.11	2.89	
N° 50	0.300	83.60	1.06	98.17	1.83	
N° 60	0.180	34.70	0.44	98.61	1.39	
N° 100	0.150	55.70	0.70	99.31	0.69	
N° 200	0.075	34.40	0.43	99.74	0.26	
FONDO		20.300	0.26	100.00	0.00	

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – UCV.

Ensayo de contenido de humedad: este ensayo fue realizado en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo filial Chiclayo, con la muestra obtenida de la Cantera Astramacon. (**Anexo N° 04 – D**)

Los materiales utilizados para este ensayo fueron:

- Tarro para suelo húmedo
- Tarro para suelo seco
- Agua
- Balanza
- Horno

Durante el ensayo de contenido de humedad se tomaron dos muestras para obtener un resultado más preciso. Durante el primer ensayo la muestra seca presentó un peso de 719 gramos, el tarro utilizado presentó un peso de 41 gramos y el agua utilizada durante el ensayo pesó 7 gramos, obteniendo un contenido de humedad para la primera muestra de 0.97%.

Durante el segundo ensayo realizado a otra muestra de similares características se obtuvo que el peso de la muestra seca fue de 866 gramos, el peso del tarro utilizado fue de 48 gramos y la cantidad de agua utilizada durante el ensayo tuvo un peso de 8 gramos, obteniendo que el contenido de humedad para la segunda muestra fue de 0.92%.

Como se pudo observar durante los dos ensayos realizados a dos muestras de similares características el porcentaje de humedad varió en un 0.05%, es por ello que se promedió el resultado de ambas muestras, dándonos un contenido de humedad para el material grueso de la cantera Astramacon de 0.95%.

Resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 13: Ensayo de porcentaje de humedad de agregado grueso.

HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO				
TARRO	1	2	3	PROMEDIO
TARRO + SUELO HÚMEDO	767.0	922.0		
TARRO + SUELO SECO	760.0	914.0		
AGUA	7.00	8.00		
PESO DEL TARRO	41.00	48.00		
PESO DEL SUELO SECO	719.0	866.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.97	0.92		0.95

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – UCV.

Para agregados gruesos en el ámbito de la construcción se establece que deben presentar un porcentaje de humedad de entre 0.5% a 2% para ser considerados óptimos para su utilización. Al realizar el ensayo del contenido de humedad de los agregados presentes en la cantera Astramacon, se pudo determinar que el porcentaje de humedad que presenta de 0.95% cumple con los requerimientos para su utilización en las distintas áreas de construcción civil.

3.6. Selección del método de explotación

Tabla 14: Descripción del método de explotación por banqueo.

Método de minado	Descripción del método
Método de explotación por banqueo	Desbroce o limpieza del área: consta de la extracción del material deletéreo, el cual se encuentra con restos orgánicos (no apto para la venta).
	Arranque: la manera más factible para realizar la extracción del material económicamente rentable es realizar un único banco cuyas dimensiones serán

	determinadas por las características del equipo cargador con el que se cuenta. Y tomando en cuenta el tipo de material que se va a extraer.
	Ángulo del talud de banco: para determinar las dimensiones del talud debemos tener en cuenta el ángulo de este y el coeficiente de resistencia del material que se va a extraer.
	Carguío: el material extraído del frente es clasificado mediante zarandas y posteriormente apilado. Luego se utiliza el cargador frontal para llevar el material desde el área de apilado hasta el camión para su posterior transporte.

Fuente: Elaboración propia.

- a. Desbroce o limpieza del área:** en esta etapa de la explotación se busca extraer el material no apto para la venta dejando al descubierto los pétreos de interés económico. Se debe tener en cuenta el espesor que se delimitó durante el análisis de los perfiles estratigráficos para determinar el volumen total del material deletéreo que se va a extraer y las zonas de apilamiento para éste.
- Este material se apila alrededor del área de explotación buscando no obstaculizar las actividades posteriores.
- b. Arranque:** la explotación del material pétreo se realiza mediante banqueo, generando un único banco de avance frontal permitiendo el acceso al material posterior.
- Durante esta etapa en la cantera Astramacon se realizaron dos frentes, uno para el banco de arena y el otro para el de agregados.

- c. **Ángulo de talud:** para que la explotación se realice de manera segura es de suma importancia que el talud tenga un diseño previo teniendo en cuenta las características del material a extraer y de la maquinaria.

Para determinar el ángulo del banco se empleó la siguiente fórmula:

$$\alpha = \text{arctg}(f)$$

Donde:

α : ángulo de talud

f: coeficiente de resistencia

Para determinar el coeficiente de resistencia se tomó en cuenta los parámetros establecidos por Protodyakonov, obteniendo:

- **Ángulo de talud para el depósito de arena:**

$$f = 0,5 \text{ (arena seca)}$$

$$\alpha = \text{arctg}(0.5)$$

$$\alpha = 26.6$$

Figura 7: Banco de arena.



Fuente: Elaboración propia

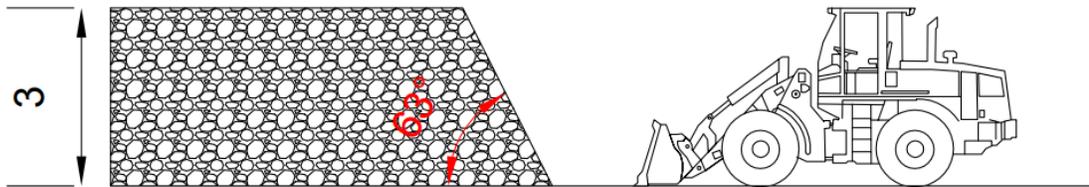
- **Ángulo de talud para agregados:**

$$f = 2 \text{ (gravas)}$$

$$\alpha = \arctg(2)$$

$$\alpha = 63.4$$

Figura 8: Banco de agregados.



Fuente: Elaboración propia.

Después de haber determinar los ángulos para los taludes, la altura de estos dependerá del equipo empleado el cual cuenta con una altura de pasador máxima de 3.992 metros, permitiendo establecer que la altura del talud máxima será de 3 metros y mínima de 2.50 metros.

Explotación de arena: En el banco de arena se realiza una extracción frontal mediante el cargador tipo CAT 950H, y es llevado a la zona de apilamiento sin pasar por el proceso de cribado ya que no lo requiere.

Explotación de agregados: una vez extraídos los agregados mediante el cargador tipo CAT 950H, es necesario que estos pasen por una clasificación (criba) y posterior apilamiento, obteniendo clasificaciones como: over, piedra base, afirmado, hormigón y ripio.

- d. Carguío:** una vez el material es extraído, clasificado y apilado se procede al carguío de los camiones que transportarán el material a su destino final, este proceso también se realiza con ayuda del equipo cargador tipo CAT 950H, el cual tiene una capacidad de cuchara de 3m³ hacia las tolvas de los camiones cuya capacidad es de 15m³. Realizándose el llenado de estos en 5 ciclos de carguío.

3.7. Ciclo de minado, carguío y acarreo

Tabla 15: Control de ciclos.

Ciclos de Minado, Carguío y Acarreo		
Ciclo	Ítems	Tiempo(s)
Ciclo de Minado	Tiempo de extracción	12
Ciclo de carguío	Tiempo de llenado de cuchara	15
	Tiempo de maniobra de la maquinaria	20
	Tiempo de descarga de cuchara	15
Ciclo de acarreo	Tiempo que demora en llegar el equipo (vacío) desde el apilamiento hasta el frente.	20
	Tiempo que demora el equipo (cargado), en llegar desde el frente hasta la zona de apilamiento.	29

Fuente: Elaboración propia.

Para la medición del tiempo en cada ciclo se utilizó un cronómetro, tomando el tiempo 3 veces por cada ciclo obteniendo promedios de:

En el ciclo de minado se obtuvieron:

- 1° medición: 15 segundos
- Segunda medición: 12 segundos
- Tercera medición: 10 segundos

Teniendo como promedio 12 segundos empleados en cada ciclo de minado.

En el ciclo de carguío se consideraron las acciones del tiempo de llenado de cuchara, la maniobra de la maquinaria realizada por el operador y el tiempo de descarga, en las cuales se registraron los siguientes tiempos:

- Tiempo de llenado:
 - 1° medición: 20 segundos
 - 2° medición: 10 segundos
 - 3° medición: 15 segundos.

Obteniendo un promedio para esta acción de 15 segundos.

- Tiempo de maniobra de la maquinaria:
 - 1° medición: 15 segundos
 - 2° medición: 30 segundos
 - 3° medición: 15 segundos

Obteniendo un promedio de 20 segundos para la acción de maniobra de la maquinaria.

- Tiempo de descarga de cuchara:
 - 1 medición: 12 segundos
 - 2 medición: 15 segundos
 - 3 medición: 17 segundos

Obteniendo un promedio de alrededor de 15 segundos para la descarga de la cuchara.

En el ciclo de acarreo se consideraron el tiempo que lleva trasladar la maquinaria desde el frente hasta la zona de apilamiento tanto cargada como vacía:

- Tiempo que demora en llegar el equipo (vacío) desde el apilamiento hasta el frente:
 - 1° medición: 20
 - 2° medición: 24

- 3° medición: 17

Obteniendo un promedio de 20 segundos para el traslado del equipo vacío.

- Tiempo que demora el equipo (cargado), en llegar desde el frente hasta la zona de apilamiento:

- 1 medición: 26
- 2 medición: 29
- 3 medición: 33

Obteniendo un promedio de 29 segundos para el traslado del equipo lleno.

Observaciones:

- El factor del tiempo cambia según el operador, debido a que existen 2 maquinarias de igual capacidad, pero se encontraban siendo operadas por distintos trabajadores lo cual permitió identificar la diferencia en cuanto a la experiencia del manejo del equipo.
- Los ciclos se ven afectados por las condiciones que se presenten. En cuanto al ciclo de carguío se observó que tomaba más tiempo la descarga de la cuchara cuando la tolva del camión ya estaba casi llena, pues el operario debía maniobrar la cuchara para acomodar el material de manera que se aproveche totalmente la capacidad de la tolva.

3.8. Vida útil de la cantera

Para determinar la vida útil de la cantera se ha considerado su producción anual según la clasificación del material realizado en la cantera y a la vez las reservas probadas, estimadas mediante el análisis de calicatas, elaboración de perfiles estratigráficos y el uso del software minero RecMin.

Además, se tomó en cuenta el ensayo de granulometría realizado en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo con la finalidad de obtener un porcentaje estimado de cada clasificación de material que se obtendría de las reservas probadas, teniendo así:

Tabla 16: Clasificación del material según su granulometría.

MATERIAL	GRANULOMETRÍA
Piedra base	>10"
Piedra Over	10" – 4"
Afirmado	<4"
Ripio	1" – 3/8"
Hormigón	4 – 1mm
Arena	<0.6mm

Fuente: Elaboración propia.

Vida útil para la cantera Astramacon en producción arena

$$vida\ útil = \frac{volumen\ de\ reservas}{volumen\ extraído\ mensual}$$

$$vida\ útil = \frac{59,790.29\ m^3}{600\ m^3}$$

$$vida\ útil = 99.65 \cong 8\ años$$

Vida útil para la cantera Astramacon en producción de piedra base y over:

Para determinar las reservas de piedra base y over es necesario tomar en cuenta el porcentaje retenido según la clasificación granulométrica dada en el cuadro N°,

observando que para ambos materiales se tendrá el 3.82% del total de las reservas de agregados.

$$\text{volumen de reservas de piedra base y over} = 698,562.50 \text{ m}^3 \times 3.82\%$$

$$\text{volumen de reservas de piedra base y over} = 26,685.08 \text{ m}^3$$

$$\text{vida útil} = \frac{\text{volumen de reservas de piedra base y over}}{\text{volumen extraído mensual}}$$

$$\text{vida útil} = \frac{26,685.08 \text{ m}^3}{3,360 \text{ m}^3}$$

$$\text{vida útil} = 7.94 \cong < 1 \text{ año}$$

Vida útil para la cantera Astramacon en producción de afirmado:

Para determinar las reservas de afirmado es necesario tomar en cuenta el porcentaje retenido según la clasificación granulométrica dada en el cuadro N°, observando que para este material se tendrá el 39.1% del total de las reservas de agregados.

$$\text{volumen de reservas de afirmado} = 698,562.50 \text{ m}^3 \times 39.1\%$$

$$\text{volumen de reservas de afirmado} = 273,137.94 \text{ m}^3$$

$$vida\ útil\ para\ la\ explotación\ de\ afirmado = \frac{volumen\ de\ reservas\ de\ afirmado}{volumen\ extraído\ mensual}$$

$$vida\ útil = \frac{273,137.94\ m^3}{7200\ m^3}$$

$$vida\ útil = 37.94 \cong 3\ años$$

Vida útil para la cantera Astramacon en producción de ripio:

Para determinar las reservas de ripio es necesario tomar en cuenta el porcentaje retenido según la clasificación granulométrica dada en el cuadro N°, observando que para este material se tendrá el 28.63% del total de las reservas de agregados.

$$volumen\ de\ reservas\ de\ ripio = 698,562.50\ m^3 \times 28.63\%$$

$$volumen\ de\ reservas\ de\ ripio = 199,998.44\ m^3$$

$$vida\ útil\ para\ la\ explotación\ de\ ripio = \frac{volumen\ de\ reservas\ de\ ripio}{volumen\ extraído\ mensual}$$

$$vida\ útil\ para\ la\ explotación\ de\ ripio = \frac{199,998.44\ m^3}{600\ m^3}$$

$$vida\ útil\ para\ la\ explotación\ de\ ripio = 333.33 \cong 28\ años.$$

Vida útil para la cantera Astramacon en producción de hormigón:

Para determinar las reservas de hormigón es necesario tomar en cuenta el porcentaje retenido según la clasificación granulométrica dada en el cuadro N°, observando que para este material se tendrá el 23.86% del total de las reservas de agregados.

$$\text{volumen de reservas de hormigón} = 698,562.50 \text{ m}^3 \times 23.86\%$$

$$\text{volumen de reservas de hormigón} = 166,677.01 \text{ m}^3$$

$$\text{vida útil para la explotación de hormigón} = \frac{\text{volumen de reservas de hormigón}}{\text{volumen extraído mensual}}$$

$$\text{vida útil para la explotación de hormigón} = \frac{166,677.01 \text{ m}^3}{600 \text{ m}^3}$$

$$\text{vida útil para la explotación de hormigón} = 277.79 \cong 23 \text{ años}$$

Vida útil para la cantera Astramacon en producción de arena zarandeada:

Para determinar las reservas de arena zarandeada es necesario tomar en cuenta el porcentaje retenido según la clasificación granulométrica dada en el cuadro N°, observando que para este material se tendrá el 4.59% del total de las reservas de agregados.

$$\text{volumen de reservas de arena zarandeada} = 698,562.50 \text{ m}^3 \times 4.59\%$$

$$\text{volumen de reservas de arena zarandeada} = 32,064.02 \text{ m}^3$$

$$\text{vida útil para la explotación de a. zarandeada} = \frac{\text{volumen de reservas de a. zarandeada}}{\text{volumen extraído mensual}}$$

$$\text{vida útil para la explotación de a. zarandeada} = \frac{32,064.02 \text{ m}^3}{600 \text{ m}^3}$$

$$\text{vida útil para la explotación de a. zarandeada} = 53.44 \cong 4 \text{ años.}$$

Después de haber obtenido la vida útil según la clasificación de cada tipo de material se procede a determinar una vida útil promedio para la cantera Astramacon de las reservas probadas resultando:

$$Vida\ útil\ promedio = \frac{8 + 1 + 3 + 28 + 23 + 4}{6}$$

$$Vida\ útil\ promedio = 11\ años.$$

3.9. Evaluación de la rentabilidad del plan de minado

Tabla 17: Ingresos de la cantera Astramacon.

INGRESOS DE LA CANTERA								
Tipo de material	Costo por unidad (soles/m3)	Venta diaria (m3)	Venta semanal (m3)	Venta mensual (m3)	Ganancia diaria (soles)	Ganancia semanal	Ganancia mensual	Ganancia anual
Afirmado	6.00	300	1800	7200	1,800.00	10,800.00	43,200.00	51,8400.00
Over	9.00	100	600	2400	900.00	5,400.00	21,600.00	259,200.00
Piedra base	12.00	40	240	960	480.00	2,880.00	11,520.00	138,240.00
Hormigón	6.00	sólo pedido	150	600	-	900.00	3,600.00	43,200.00
Arena	7.00	sólo pedido	150	600	-	1,050.00	4,200.00	50,400.00
Ripio	15.00	sólo pedido	150	600	-	2,250.00	9,000.00	108,000.00
TOTAL							93,120.00	1,117,440.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18: Egresos de la cantera Astramacon.

EGRESOS DE LA CANTERA				
Items	cantidad	costo unidad	costo mensual	costo anual
Trabajadores	7		1,350.00	16,200.00
	2		2,700.00	32,400.00

Desayuno	5	5	120.00	14,40.00
Almuerzo	5	7	168.00	2,016.00
EPP(casco y botas de seguridad)	9	40	30.00	360.00
Alquiler De Maquinaria	2	188/hora	36,096.00	433,152.00
Pago De Concesión	1		3.33	40.00
Cisterna	1	170	1,360.00	16,320.00
Oficina(Agua)	1	20	20.00	240.00
Oficina (Luz)	1	100	100.00	1,200.00
		TOTAL	35,441.00	50,3368.00

Fuente: Elaboración propia.

Observando las tablas nos pudimos dar cuenta que su ganancia neta mensualmente será de:

$$\textit{ganancia neta mensual} = \textit{ingresos mensuales} - \textit{egresos mensuales}$$

$$\textit{ganancia neta mensual} = 57,679.00$$

Y su ganancia neta anual será de:

$$\textit{ganancia neta anual} = \textit{ingresos anuales} - \textit{egresos anuales}$$

$$\textit{ganancia neta anual} = 614,072.00$$

Mediante la evaluación de costos y ganancias se puede verificar que el proyecto es altamente rentable para el concesionario y además genera puestos de trabajo seguros para la comunidad.

3.10. Diseño de plan de minado para la cantera Astramacon

3.10.1. Generalidades

Ubicación

La cantera Astramacon se encuentra ubicado en Distrito Manuel Antonio Mesones Muro, Provincia Ferreñafe, Departamento de Lambayeque. (Anexo N° 16)

Vías de acceso

La cantera Astramacon cuenta con una sola vía de acceso, la cual es una trocha carrozable de una sola vía con una distancia de 4.5 km desde el Canal Taymi.

3.10.2. Estudios de ingeniería

Estudio topográfico

Mediante el levantamiento topográfico se delimitó el área de la cantera, la cual cuenta con 60 has., se encuentra delimitada por las coordenadas UTM que se muestran a continuación:

N°	Coordenada Norte	Coordenada Este
01	9267589.00	642586.00
02	9267607.00	642998.00

03	9267587.00	643692.00
04	9267217.00	643574.00
05	9267055.00	643434.00
06	9266991.00	643055.00
07	9267037.00	642779.00
08	9267088.00	642594.00
09	9267256.00	642564.00

Se determinó que tiene un perímetro de 3132 metros con una altura máxima de 70 y mínima de 65 m.s.n.m. observando que el terreno es plano. (Anexo N° 07)

Estudio geotécnico

Este estudio permitió mediante las técnicas usadas tanto en campo como en laboratorio, determinar las características geológicas y geotécnicas de la zona de estudio para el adecuado aprovechamiento de los bienes existentes en la cantera Astramacon. Así mismo, hacer énfasis en los factores que modifican el comportamiento del medio (litología, geología estructural).

Técnicas de campo:

Calicatas: se realizaron 5 calicatas cuya ubicación se muestra en el siguiente cuadro de coordenadas, con una profundidad de aproximadamente de 4.20 metros las que nos permitieron observar las dimensiones de la cobertura vegetal, el espesor de la arena de finos a gruesos y gravas redondeadas que soporta la cobertura vegetal. A la vez se elaboró mediante su análisis los perfiles estratigráficos. (Ver Anexos N° 10, 11, 12, 13, 14)

Calicata	Coordenadas	
	Este	Norte
N°1	642682	9267196
N°2	642684	9267199
N°3	642652	9267228
N°4	642667	9267274
N°5	642690	9267351

Técnicas de laboratorio:

- Ensayo de análisis granulométrico, este ensayo se realizó en el laboratorio de suelos de la universidad César Vallejo filial Chiclayo con dos muestras (agregado fino y grueso) extraídas de la cantera Astramacon; cada muestra tuvo un peso de 1500 gramos y 7920 gramos respectivamente (estos ensayos se visualizan en los anexos N° 04 A y C)
- Ensayo de contenido de humedad de agregado fino, este ensayo se realizó en el laboratorio de suelos de la universidad César Vallejo filial Chiclayo con dos muestras (agregado fino y grueso) extraídas de la cantera Astramacon. Para este ensayo se tomaron dos muestras de cada tipo de material con los pesos de 263.80 gramos y 259.80 gramos, 719 y 866 gramos respectivamente.

3.10.3. Descripción de la geología de la zona del proyecto

Geología Regional

La ciudad de Ferreñafe se encuentra ubicada en el valle Chancay, formado básicamente por los antiguos conos de deyección del Río Taymi y numerosas acequias. Antiguamente la ciudad era atravesada por numerosas acequias hace más de 70 años fueron cerradas para dar paso a la construcción de viviendas y calles. Asimismo, existían cuencas

hidrográficas, lo que ha originado la formación de un manto superficial de material limoso arcilloso, material de desecho, raíces de vegetación, material orgánico, arena, cascotes de ladrillo y la presencia de acuíferos.

Presenta la acequia El Pueblo en el lado Norte y la acequia Soltín en el lado Sur. El Subsuelo está formado mayormente por un manto sedimentario, con materiales finos en la superficie y debajo de este material granular.

Ferreñafe está al Nor – Este de la ciudad de Lambayeque, se ubica dentro de la parte baja de la Cuenca del Chancay Lambayeque, predomina en su área de influencia la unidad estratigráfica de depósitos aluviales “Qr – al”, de la serie reciente, sistema cuaternario, Eratema Cenozoico.

Se desarrolla sobre la base de la información técnica publicada por el cuadrángulo geológico Chiclayo (14-d), levantado a escala 1:10000.

La Formación Goyllarisquizga es un material rocoso que aflora a través de casi toda la región bajo estudio con un grosor variable de areniscas y cuarcitas, con intercalaciones de lutita, este mismo tipo de material se presenta en la Cantera.

Relaciones Estratigráficas. - La base de la unidad varía de una discordancia fuerte con rocas pre cretáceas a un contacto concordante y gradacional con las Formaciones Carhuaz y Tinajones del Cretáceo Inferior. En general la relación discordante caracteriza a los sectores oriental y septentrional, mientras el contacto concordante se encuentra en el sector central de la región.

El tope de la formación es generalmente una discordancia paralela, arriba de la cual yacen las areniscas y lutitas de la Formación Inca. A pesar de una similitud general entre las formaciones Goyllarisquizga e Inca resulta fácil ubicar el contacto por el contenido ferruginoso y color marrón rojizo o anaranjado de la unidad más joven.

Geología Local

La Formación Goyllarisquizga consiste en areniscas y cuarcitas blanquecinas y marrones bien estratificadas en capas medianas e intercaladas con horizontes de lutita gris, marrón y rosada. La estratificación cruzada es común en la mayoría de los afloramientos. Lentes conglomerádicos se intercalan en las cuarcitas en algunas áreas especialmente en el sector oriental de la región. El contenido lutáceo de la formación varía de un sitio a otro, pero sin embargo la unidad mantiene una litología relativamente constante a través de la región.

El grosor de la formación varía bastante debido a factores paleo tectónicos. Alcanza un máximo de 700 a 800 m. en el cuadrángulo de Chota y en las partes adyacentes de Chongoyape y Celendín. Esta área corresponde al brazo del miogeosinclinal que se prolonga al norte de Cajamarca. Es en esta misma parte donde se encuentran mantos más o menos extensos de carbón, intercalados con las cuarcitas y lutitas.

La formación se adelgaza hacia el norte, este y oeste, donde hubo elementos paleo tectónicos positivos durante el Cretáceo temprano. Hacia el este quedó el Geoanticlinal del Marañón contra el cual las cuarcitas se adelgazaron abruptamente. En el valle del Marañón, a corta distancia al este de Celendín, la Formación Goyllarisquizga está representada por solamente 200 m. de areniscas y cuarcitas conglomerádicas. Este grosor caracteriza también al sector oriental del cuadrángulo de Cutervo, donde las cuarcitas generalmente no pasan de 300 m.

Al oeste del sector central, la formación se adelgaza contra un elemento positivo al que denominamos el Geoanticlinal de la Cordillera Real. Por este motivo las cuarcitas en el área de Chepén-Chongoyape alcanzan grosores de solamente 280 a 300 m. mientras más al extremo norte del cuadrángulo de Incahuasi queda reducida a 20-30 m.

3.10.4. Etapas del proyecto

Planificación de la explotación

Cada una de las actividades planteadas para la explotación del material de interés dentro de la cantera Astramacon se han basado en su capacidad de producción diaria según la maquinaria que posee y los requerimientos de sus principales compradores. Esta planificación tiene la finalidad de complementar el proceso de formalización iniciado por el concesionario Víctor Raúl Benavides Salazar.

Construcción

La distribución de superficie a intervenir constará de Caseta de Control, Almacén, comedor, Zona de Extracción, Zona de Parqueo, Zona de Almacenamiento de Combustible, Zona de apilamiento, Área de clasificación.

Operación

La etapa de operación se inicia con el desbroce o limpieza del área que consta de la extracción del material deletéreo, el cual se encuentra con restos orgánicos, material que será acumulado temporalmente cerca del tajo, luego se procede a la extracción del material económicamente rentable, según el diseño planteado en el plan de minado y el material extraído del frente es clasificado mediante zarandas y posteriormente apilado.

Mantenimiento

En esta etapa se considera la renovación de zarandas exclusivamente la cual se plantea realizar cada 6 meses. No se considerará mantenimiento de maquinaria debido a que los equipos son alquilados y el costo de este alquiler está fijado para brindar una maquinaria totalmente operativa y abastecida de combustible, para facilitar el transporte del material se realiza el riego de las vías de acceso y el área de estacionamiento cada mañana, minimizando la polución.

Abandono

Para el abandono se procederá al cierre del tajo, dentro del cual se colocará el material sin valor económico en la zona afectada con finalidad de nivelarlo, posteriormente se colocará el suelo orgánico acumulado para este fin, quedando así el terreno en el estado en el que se le encontró.

3.10.5. Componentes del proyecto

Actividades del proyecto

Apertura de los caminos de acceso: El acceso a la cantera Astramacon es una trocha carrozable sin señalización, y el ancho es de 7 metros según a lo que se observó en campo con una distancia de 4.5 km.

Preparación de la cantera: se delimitó el área de explotación con las coordenadas mostradas en la siguiente tabla, determinando 38 has.

COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17		
VÉRTICE	NORTE	ESTE
A	9 267 587.00	643 692.00
B	9 267 607.02	642 998.29
C	9 267 234.96	642 904.27
D	9 266 991.89	643 051.32
E	9 267 055.95	643 434.75
F	9 267 217.41	643 674.60

Determinando que el volumen del material deletéreo será de 90,594.36 m³.

Extracción y carguío: se determinó que para cada uno de los ciclos el tiempo empleado será:

Ciclo	Ítems	Tiempo(s)
Ciclo de Minado	Tiempo de extracción	12
Ciclo de carguío	Tiempo de llenado de cuchara	15
	Tiempo de maniobra de la maquinaria	20
	Tiempo de descarga de cuchara	15
Ciclo de acarreo	Tiempo que demora en llegar el equipo (vacío) desde el apilamiento hasta el frente.	20
	Tiempo que demora el equipo (cargado), en llegar desde el frente hasta la zona de apilamiento.	29

Área de Almacenamiento:

Esta zona dependerá de la ubicación de la zaranda la cual se mueve según el frente de explotación.

Tipo de recurso a explotar

La cantera cuenta con material pétreo óptimo para las aplicaciones en el área de la construcción civil como: afirmado, arena, ripio, piedra base, piedra over.

Volumen del material a extraer

El volumen de material a extraer se muestra en la siguiente tabla:

Tipo de material	Costo por unidad (soles/m3)	Venta diaria (m3)	Venta semanal (m3)	Venta mensual (m3)
Afirmado	6.00	300	1800	7200
Over	9.00	100	600	2400
Piedra base	12.00	40	240	960
Hormigón	6.00	sólo pedido	150	600
Arena	7.00	sólo pedido	150	600
Ripio	15.00	sólo pedido	150	600

Componentes del proyecto

- Caseta de Control
- Almacén
- Comedor,
- Zona de Extracción
- Zona de Parqueo
- Zona de Almacenamiento de Combustible
- Zona de apilamiento
- Área de clasificación.

3.10.6. Operación minera

Ciclo del minado

Desbroce: consta de la extracción del material deletéreo, el cual se encuentra con restos orgánicos (no apto para la venta).

Extracción de material: la manera más factible para realizar la extracción del material económicamente rentable es realizar un único banco cuyas dimensiones serán determinadas por las características del equipo cargador modelo CAT 950H. Y tomando en cuenta el tipo de material que se va a extraer.

Carguío: el material extraído del frente es clasificado mediante zarandas y posteriormente apilado. Luego se utiliza el cargador frontal CAT 950H para llevar el material desde el área de apilado hasta el camión para su posterior transporte.

Área de almacenamiento temporal: esta área estará ubicada cerca de la zona de extracción del material de interés y también del área de clasificación.

3.10.7. Diseño de la cantera

Diseño del banco de explotación

La explotación se realice de manera segura es de suma importancia que el talud tenga un diseño previo teniendo en cuenta las características del material a extraer y de la maquinaria.

- **Ángulo de talud para el depósito de arena:**

$$f = 0,5 \text{ (arena seca)}$$

$$\alpha = \text{arctg}(0.5)$$

$$\alpha = 26.6$$

Banco de arena



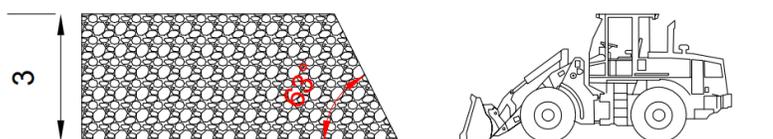
- **Ángulo de talud para agregados:**

$$f = 2 \text{ (gravas)}$$

$$\alpha = \arctg(2)$$

$$\alpha = 63.4$$

Banco de agregados



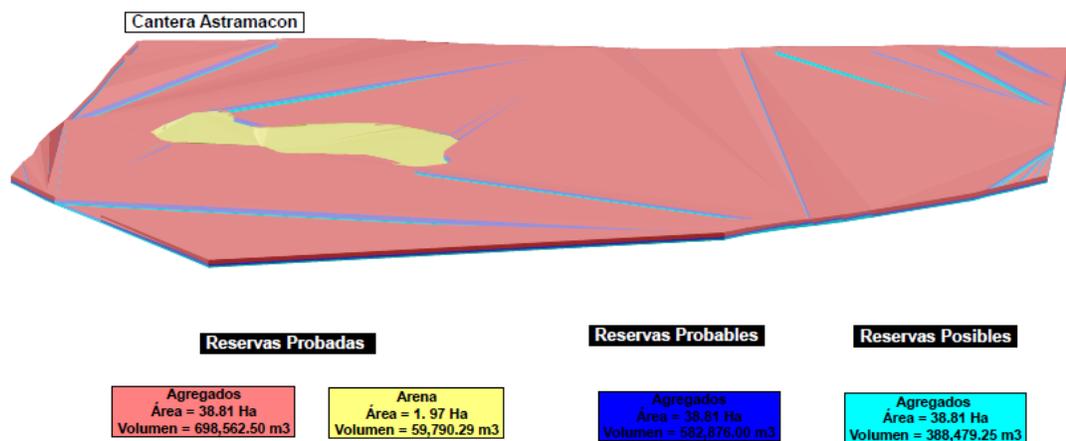
3.10.8. Programa de producción

Recursos minerales y volúmenes del material a extraer

Se determinaron las reservas mediante el programa RecMin, elaboración de calicatas y el análisis de perfiles estratigráficos.

	Reservas probadas	Reservas probables	Reservas posibles
Agregados	698,562.50	582,876.00	388,479.25
Arena	59,790.29	-	-

Figura 9: Reservas probadas, probables y posibles - Cantera Astramacon.



Fuente: Elaboración propia (RecMin).

Vida útil de la cantera:

Teniendo en cuenta la producción diaria, semanal y mensual mostrada en la siguiente tabla, se determinó la vida útil considerando las reservas probadas.

Tipo de material	Costo por unidad (soles/m ³)	Venta diaria (m ³)	Venta semanal (m ³)	Venta mensual (m ³)
Afirmado	6.00	300	1800	7200
Over	9.00	100	600	2400
Piedra base	12.00	40	240	960
Hormigón	6.00	sólo pedido	150	600
Arena	7.00	sólo pedido	150	600
Ripio	15.00	sólo pedido	150	600

Se determinaron para los distintos materiales producidos por la cantera la vida útil específica obteniendo:

Material	Vida útil
Arena	8 años
Piedra base y over	1 año
Afirmado	3 años
Ripio	28 años
Hormigón	23 años
Arena zarandeada	4 años
TOTAL	67 años

El total de la vida útil se divide entre los 6 materiales mencionados en la tabla anterior, resultando 11 años de vida útil de la cantera Astramacon.

Plan de producción anual

Se realiza una estimación de la producción mensual teniendo en cuenta los doce meses del año, de tal manera que el producto brinde la producción anual.

Para este proyecto se ha considerado el promedio de producción mensual alcanzado durante los meses del año 2018, logrando una proyección para el próximo año obteniendo:

Tabla 19: Producción anual 2019 Cantera Astramacon.

PLAN DE PRODUCCIÓN ANUAL 2019					
MES	MATERIAL	ZONA	VOLUMEN	GANANCIA	GANANCIA NETA
ENERO	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	11760 m3	88920 soles	

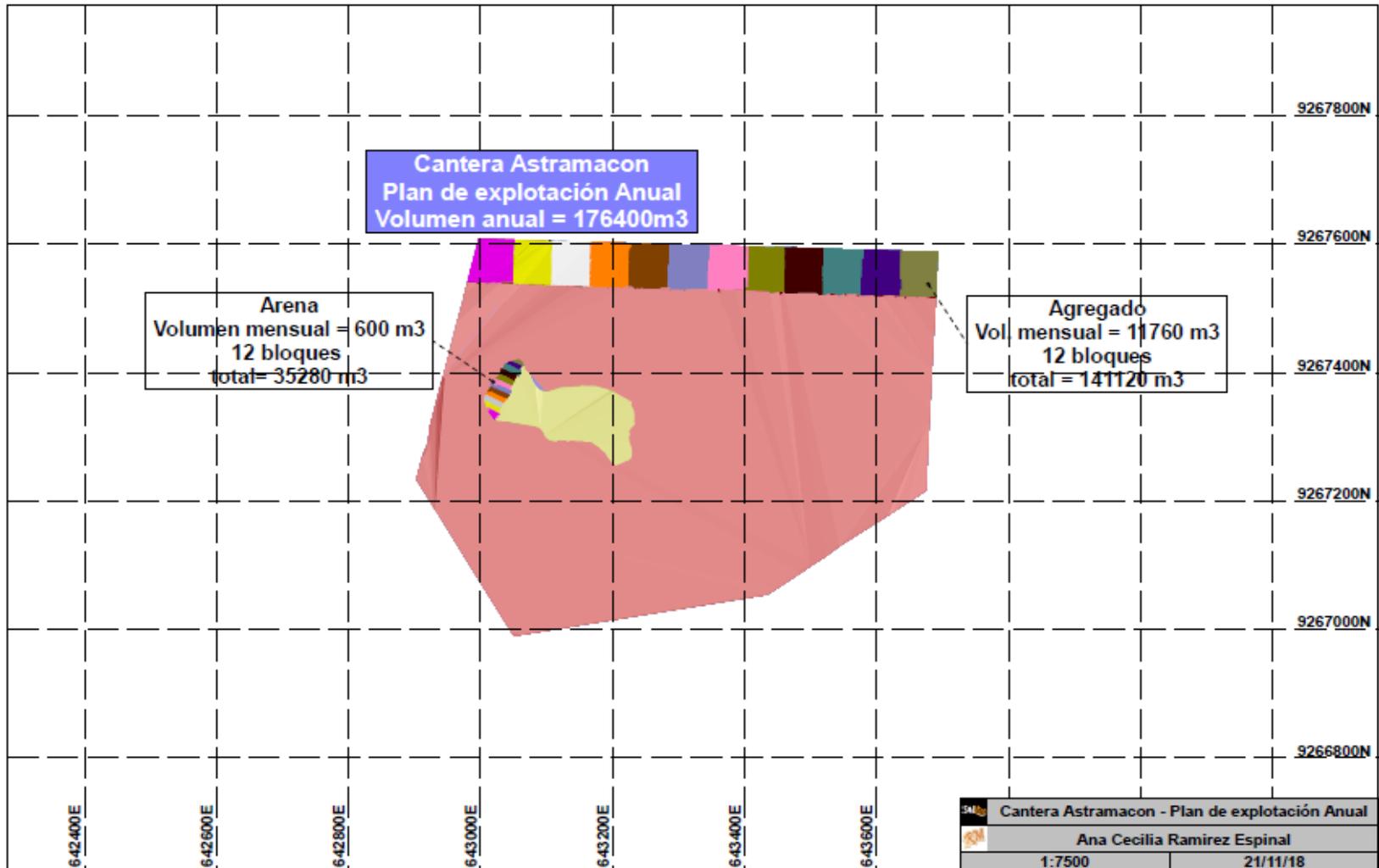
FEBRERO	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
MARZO	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
ABRIL	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
MAYO	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
JUNIO	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
JULIO	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
AGOSTO	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
SETIEMBRE	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
OCTUBRE	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
NOVIEMBRE	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	
DICIEMBRE	ARENA	ZONA 1	600 m3	4200 soles	57,709.00 soles
	AGREGADOS	ZONA 2	1170 m3	88920 soles	

Fuente: Elaboración Propia

En este cuadro se observa la producción promedio mensual proyectada para el año 2019, se debe resaltar que en los meses de enero febrero y diciembre se consideran épocas con mayor probabilidad de presencia de precipitaciones por lo que la producción puede llegar a disminuir en el peor de los casos a la mitad, así como también en el mejor de los casos no se presenten lluvias la explotación no presentaría ningún cambio.

A continuación, se muestra un plano de zonificación para la producción del año 2019 elaborado en el software RecMin para la mejor visualización del plan de explotación:

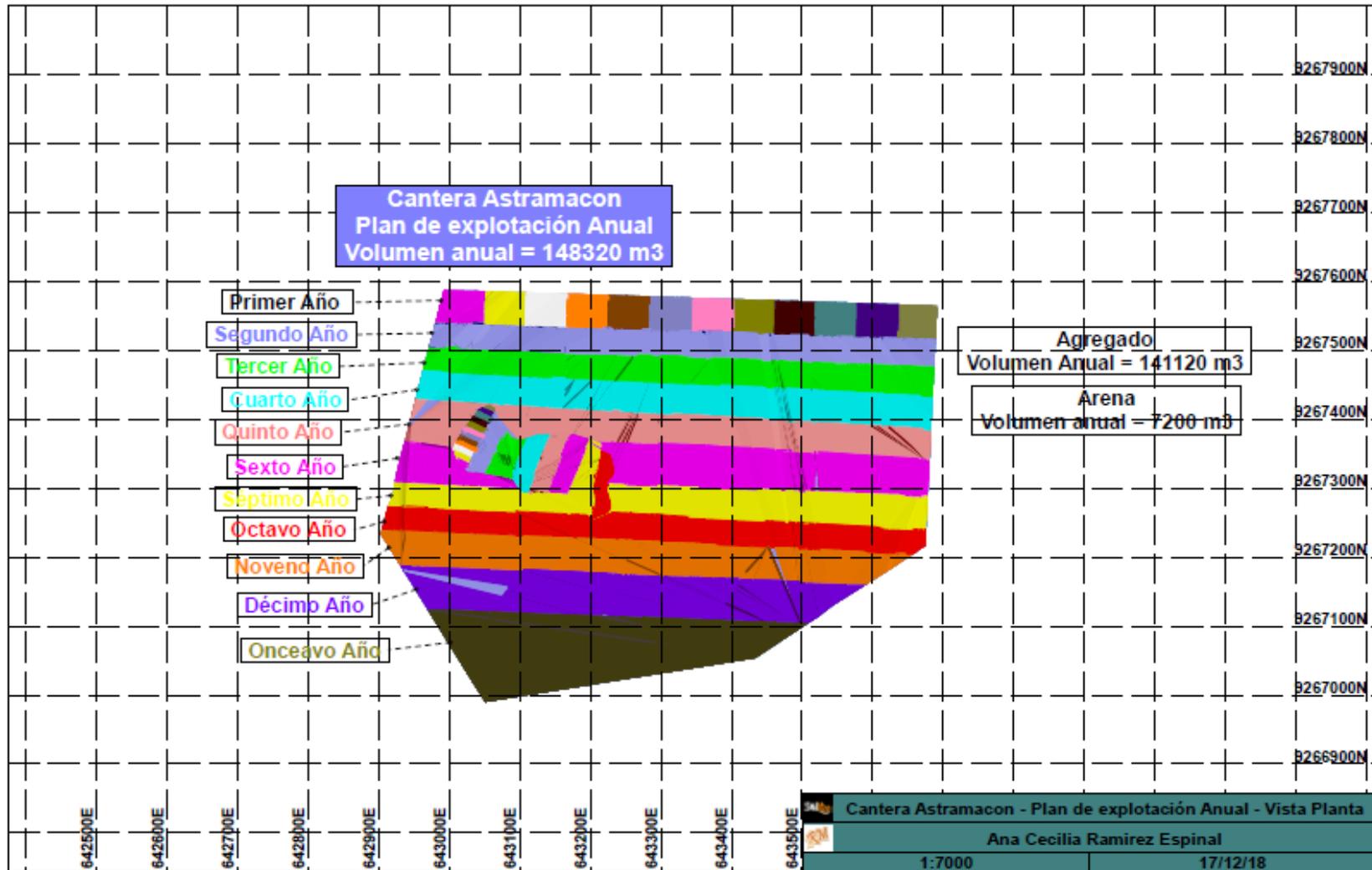
Figura 10: Plan de producción para el año 2019 - Cantera Astramacon.



Fuente: Elaboración propia (RecMin).

A continuación, se muestra un plano de zonificación para la producción de los próximos 10 años de vida útil de la Cantera Astramacon, elaborado en el software RecMin, detallando el período de explotación para cada uno de los materiales extraídos según el cálculo de vida útil previo, para la mejor visualización del plan de explotación:

Figura 11: Plan de producción anual para los 11 años de vida útil - Cantera Astramacon.



Fuente: Elaboración propia (RecMin).

IV. DISCUSIÓN

- Los resultados comprobaron la hipótesis planteada, ya que si se diseña un plan de minado entonces se logrará optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon, como lo demuestra el resultado de la selección del método de explotación en el cual se plantearon las actividades de forma adecuada para optimizar la explotación y esto es corroborado por CASTRO, Bryan (2015) quien afirmó que el desarrollo de un plan de minado permitió el inicio de la explotación en la cantera de Dolomita Jajahuasi situado en la Provincia de Jauja.
- Al realizar el levantamiento topográfico y la identificación del área de estudio es una parte esencial para el desarrollo del plan de minado, ya que permite la identificación de elementos que benefician y de aquellos que dificultan el desarrollo de la actividad extractiva, así mismo los afirma BAUTISTA, Adriana (2017) en el desarrollo de su investigación donde establece a estos como los primeros objetivos a desarrollar ya que mediante ellos pudo observar las condiciones en las que se encontraba su área de estudio y a la vez delimitar e identificar las diferentes zonas de su área de trabajo.
- Se concuerda con QUISPILEMA, Christian (2016) al plantear como objetivo la realización de mapas de geología regional y local, ya que estos permitieron en esta investigación la identificación de las formaciones geológicas ubicadas dentro del área, facilitando el reconocimiento del tipo de yacimiento con el que se cuenta, y deduciendo ciertas características que presenta.
- No se está de acuerdo con el investigador ARGÜELLO, Daniel (2015) en cuanto a la realización de la estimación de reservas, ya que el propone utilizar el método de las isolíneas, el cual conlleva una serie de esfuerzos tanto económicos como el de requerimiento de equipos contrario al método de perfiles el cual es uno de los usados en la estimación de reservas en cantera y lugares de poca pendiente, ya que es de fácil aplicación.

- El método de explotación seleccionado para esta cantera fue el de banqueo, realizando un único banco de explotación frontal, este mismo método es propuesto por el autor CASTILLO, Linda (2015) diferenciándose en el método de arranque, ya que el autor por el tipo de material que extrae y los volúmenes requeridos utilizó explosivos, mientras que en la cantera se realizará en forma mecánica.
- BAUTISTA, Adriana (2017) también afirma que es necesario llevar un control de cada una de las actividades que se realizan durante la jornada, permitiendo identificar acciones correctas y deficientes dentro de cada una. De este modo es que dentro de esta investigación se realizó la determinación de los tiempos de cada ciclo, con la finalidad de llevar un control en las actividades.
- Así mismo se concuerda con ARGÜELLO, Daniel (2015) ya que propone dentro de sus objetivos la realización de un estudio económico para evaluar la rentabilidad de la actividad extractiva, misma evaluación que se realizó para esta investigación detallando egresos e ingresos para determinar la ganancia neta anual de la cantera.

V. CONCLUSIONES

- El diseño de plan de minado permite optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon, este cuenta con generalidades en el cual se considera la ubicación y las vías de acceso, estudios de ingeniería como el levantamiento topográfico, estudio geológico, ensayos de laboratorio para determinar la calidad del material, las etapas de la explotación donde se precisa el desbroce, arranque, ángulo de talud y carguío, además de determinar los ciclos de minado, carguío y acarreo junto al cálculo de la vida útil de la cantera y finalmente la producción anual del año 2019.
- El levantamiento topográfico de la cantera Astramacon permitió identificar y delimitar el área donde se realizan las actividades extractivas, identificando que se cuenta con un área de 60 Ha. La identificación del área ayudó a reconocer las características con las que cuenta el terreno, las vías de acceso, flora y fauna, no presenta cuerpos de agua, maquinaria, zonas de apilamientos, dentro de las principales características identificadas encontramos al clima.
- Los estudios geológicos permitieron determinar las formaciones geológicas como conglomerados, areniscas, lutitas, granodioritas que se encuentran presentes tanto en área regional como local donde se encuentra ubicada la cantera.
- La estimación de reservas se realizó mediante la elaboración y el análisis de las calicatas, permitiendo la realización de perfiles estratigráficos. A la vez se realizó la delimitación del área de explotación obteniendo como reservas probadas 59,127.34 m³ de arena y 699,945.41 m³ de agregados.
- Mediante la realización de los ensayos de granulometría y porcentaje de humedad de los agregados gruesos y finos de la cantera Astramacon se pudo determinar los porcentajes según cada clasificación de material facilitando la estimación de vida útil y además se demostró la excelente calidad que presenta el material para su utilización en el ámbito

de la construcción civil, ya que presenta un porcentaje de humedad de 0.95% para el agregado grueso y 0.78% para el agregado fino.

- El método de explotación seleccionado para esta cantera es el de banqueo. Se realizará un único banco, llevando a cabo un avance frontal y teniendo en cuenta que las dimensiones del banco estarán sujetas a las características del material a extraer y de la maquinaria a utilizar. Determinado así que para el banco de arena se debe contar con una altura de banco de 3 m y un ángulo de talud de 26.6° y para el banco de agregados se tendrá una altura de 3 m y un ángulo de talud de 63.4° .
- La determinación de los tiempos empleados en cada ciclo se llevó a cabo mediante una cierta cantidad de medidas repetitivas de tiempo de cada ciclo para así poder obtener un promedio de la duración de los ciclos, y a su vez determinar los principales factores que generan la aparición de tiempos muertos. Se determinó que para el ciclo de minado se emplean 12seg para el de carguío alrededor de 50seg y para el ciclo de acarreo aproximadamente 49seg.
- El desarrollo del ensayo granulométrico y la estimación de reservas permitió obtener la vida útil para la explotación de las reservas probadas según las clasificaciones dadas para la venta del material y a la vez se pudo determinar la vida útil promedio que tendrá la cantera para la explotación de sus reservas, la cual fue de 11 años.
- Realizando una evaluación de los ingresos y egresos que se tienen en la cantera se determinó que sus gastos mensuales alcanzan una suma de 35,411.00 soles y sus ingresos 93,120.00 soles, permitiendo observar la alta rentabilidad de la cantera obteniendo una ganancia neta de 93,120.00 soles.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la cantera implementar la actividad de transporte de material mediante la inversión en camiones, esto para brindar un servicio completo a los clientes evitando cualquier molestia de que ellos tengan que conseguir sus propios equipos para el transporte de material. Además, la inversión en ensayos de laboratorio de suelos, ya que de esta manera podrían demostrar la calidad del material y permitir observar al comprador que poseen un material de buena calidad para sus distintas aplicaciones en el área de construcción civil.
2. A la universidad César Vallejo, se recomienda facilitar a los estudiantes de 9° y 10° ciclo los equipos necesarios para ser empleados en la aplicación de sus investigaciones de campo, y de esta manera cumplir con la obtención de los resultados tan necesarios en el desarrollo de sus proyectos.
3. Se recomienda a los estudiantes de Ingeniería de minas, realizar trabajos de investigación orientados en la línea de Evaluación de Yacimientos Minerales, ya que permite al futuro ingeniero desarrollar habilidades en el área de planeamiento y operaciones mineras.

REFERENCIAS

- ✓ ARGÜELLO, Daniel. Diseño de explotación de los materiales de construcción existentes en la Cantera Santa Anita ubicada en la Parroquia SalacheG Cantón Slacedo Provincia de Cotopaxi. Tesis (Título profesional de ingeniero de minas). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2015. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7703/1/T-UC-0012-374.pdf>
- ✓ CALLUPE, Will. Estabilidad de taludes del plan de minado para la vida de mina (VDM) 2011. Tesis (Magister en ingeniería geotécnica). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. Disponible en http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1380/1/callupe_aw.pdf
- ✓ CAMPOS. Tesis. México: Plaza y Valdés, 2015.
- ✓ CASTILLO, Linda. Modelos de optimización para la planificación minera a cielo abierto. Tesis (Título de ingeniero civil de minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2009. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103326/castillo_ld.pdf?sequence=3
- ✓ CASTRO, Bryam. Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llocllapampa – Provincia de Jauja. Tesis (Título profesional de ingeniero de minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1343/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ✓ DRUCKER, Peter. The practice of management. London: Routledge, 2007.144pp
ISBN:978-0-7506-8504-7
- ✓ DOMÍNGUEZ, Percy. Plan de minado a mediano plazo para una explotación superficial con aplicación al proyecto Santa Este de la unidad minera Iscaycruz – Compañía Minera

Los Quenuales. Tesis (Título profesional de ingeniero de minas). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2015. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/961/MIN-DOM-CAJ-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ✓ DUQUE, Gonzalo. Manual de Geología para Ingenieros [en línea]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2018]. Disponible en https://www.u-cursos.cl/usuario/c19094b1ea89f1f08e243796b671e2e5/mi_blog/r/Manual_de_Geologia_Gonzalo_Duque.compressed.pdf
- ✓ El reto de la minería informal. [Mensaje en un blog]. Alemania: Rojas, E., (04 de septiembre del 2014). [Fecha de consulta: 21 de abril de 2018] Recuperado de <http://www.dw.com/es/el-reto-de-la-miner%C3%ADa-informal/a-17902897>
- ✓ ESCOBAR, Carlos y DUQUE, Gonzalo. Geotecnia para el trópico andino [en línea]. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2017 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/53560/>
- ✓ Explotación de minerales. [Mensaje en un blog]. Puno: Ticona, E., (11 de septiembre de 2016). [fecha de consulta: 10 de mayo de 2018] Recuperado de <https://es.scribd.com/document/323662021/Explotacion-de-Minerales>
- ✓ GARCÍA, Diego. Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el Estado de México. Tesis (Título de ingeniero de minas y metalurgista). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9460/TESIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1>
- ✓ HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación. 5.^a ed. México: McGraw Hill. 2015. 607 pp.

- ✓ HERRERA, Juan. Métodos de minería a cielo abierto [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid [fecha de consulta: 11 de mayo de 2018]. Disponible en http://oa.upm.es/10675/1/20111122_METODOS_MINERIA_A_CIELO_ABIERTO.pdf
ISBN: 9786071502919

- ✓ La capacitación de personal para hacer crecer tu empresa. [Mensaje en un blog]. Perú: Destino Negocio. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2018] Recuperado de <http://destinonegocio.com/pe/gestion-pe/la-capacitacion-de-personal-para-hacer-crecer-tu-empresa/>

- ✓ MENDOZA, Jorge. Topografía [en línea]. Lima: Textos Computers, 2012 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2018]. Disponible en <http://docplayer.es/27710765-Jorge-mendoza-duenas-topografia-1.html>

- ✓ PROAÑO, Gastón. Apuntes de curso para la asignatura de perforación y voladura [en línea]. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral [fecha de consulta: 14 de mayo del 2018]. Capítulo 1. Explotación de canteras sin uso de explosivos. Disponible en <file:///D:/IX%20CICLO/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/ciencias/tesis%20proa%20B1o.pdf>

- ✓ QUISPE, Avelino. Plan de minado subterráneo aplicado en la corporación minera Ananea S.A. Tesis (Título profesional de ingeniero de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013. Disponible en http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1089/1/chavez_va.pdf

- ✓ QUISPILEMA, Christian. Diseño de explotación y cierre de la mina en la cantera Bloque IV, ubicada en la Parroquia Cangahua, Canton Cayambe, Provincia de Pichincha. Tesis (Título profesional de ingeniero en minas). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2016. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7145/1/T-UCE-0012-40.pdf>

- ✓ Un problema clave en la minería: la escasez de talento. [Mensaje en un blog]. Lima: Chirinos, L., (02 de febrero de 2017). [fecha de consulta: 21 de abril de 2018] Recuperado de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2017/02/02/un-problema-clave-en-la-mineria-la-escasez-de-talento/>

ANEXOS

ANEXO N° 01: Matriz de consistencia

Título: Plan de minado para optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon – Ferreñafe 2018.

PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Falta de un plan de minado.	¿Cómo se puede lograr una explotación óptima en la cantera Astramacon - Ferreñafe 2018?	Diseñar un plan de minado para optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon - Ferreñafe 2018.	Si se diseña un plan de minado entonces se logrará optimizar la explotación de agregados de la cantera Astramacon-2018.	<p>Plan de minado: Consiste en especificar los procedimientos de cada operación, con una previa evaluación de las exigencias que la empresa presenta.</p> <p>Optimizar la explotación de agregados: Es aquella operación que se realiza mayormente a tajo abierto y en algunas ocasiones se realiza en socavones, lo que depende del material que se quiere extraer de dicho lugar. Es necesario que esta cuenta con una previa organización y planeamiento para que la actividad extractiva sea óptima.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Correlacional explicativo</p> <p>MÉTODO:</p> <p>Analítico y sistémico</p> <p>TÉCNICA:</p> <p>Investigación documental y de campo.</p> <p>INSTRUMENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Guía de observación de campo y de laboratorio - Guía de entrevista.
		<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a. Realizar un levantamiento topográfico e identificación del área de estudio.</p> <p>b. Desarrollar un estudio geológico</p> <p>c. Estimar las reservas de la cantera.</p> <p>d. Analizar el material económico mediante ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.</p> <p>e. Seleccionar el método de explotación.</p> <p>f. Determinar el ciclo de minado, carguío y acarreo.</p> <p>g. Calcular la vida útil de la cantera.</p> <p>h. Evaluar la rentabilidad del plan de minado.</p>			

ANEXO N° 02: Validación de Instrumentos de Recolección de Datos

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la Cantera Astramacon - Ferreñafe 2018.

1.2 Investigador (a) (es):

Ramírez Espinal Ana Cecilia

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					/
Objetividad	Está expresado en conductas observables					/
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					/
Organización	Existe una organización lógica					/
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					/
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias					/
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos					/
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					/
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					/
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					/

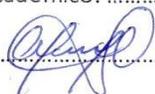
PROMEDIO DE VALORACIÓN

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Se encuentra apto para ser ejecutado.

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Silvia Josefina Aguinaga Vásquez DNI: 16 790 463
 Grado académico: Magister Centro de Trabajo: Universidad César Vallejo.

Firma:  Fecha: 30-11-2018.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la Cantera Astramañón - Ferreñafe 2018.

1.2 Investigador (a) (es): Ana Cecilia Ramirez Espinal

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					✓
Objetividad	Está expresado en conductas observables					✓
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				✓	
Organización	Existe una organización lógica					✓
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					✓
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				✓	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				✓	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores					✓
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				✓	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					✓

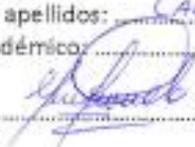
PROMEDIO DE VALORACIÓN

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: CARLA MILAGROS MENA NEGADO DNI: 42467125

Grado académico: Centro de Trabajo:

Firma:  Fecha: 30/11/18

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Experto: Dr. (Mg) Mg. Sr. Marco Antonio Botana Teatino.
 Centro de Trabajo y cargo que ocupa: Universidad Nacional de Trujillo.
 Dirección: Av. Juan Pablo II S/N. Urb. San Marcos.
 e-mail: mbotana@centru.edu.pe Teléfono: 989747200

Nº	PREGUNTAS	DEFICIENTE 0-25	REGULAR 26-50	BUENA 51-75	MUY BUENA 76-100
01	¿El instrumento responde al título del proyecto de investigación?				X
02	¿El instrumento responde a los objetivos de investigación?				X
03	¿Las dimensiones que se han tomado en cuenta son adecuadas para la realización del instrumento?				X
04	¿El instrumento responde a la operacionalización de las variables?				X
05	¿La estructura que presenta el instrumento es de forma clara y precisa?				X
06	¿Los ítems están redactados en forma clara y precisa?				X
07	¿Existe coherencia entre el ítem y el indicador?				X
08	¿Existe coherencia entre variables e ítems?				X
09	¿El número de ítems del instrumento es el adecuado?				X
10	¿Los ítems del instrumento recogen la información que se propone?				X

Opinión de Aplicabilidad:

7

Nombre y firma del Experto Validador

DNI N° 91872297

Fecha: 20/11/18

Marco Antonio Botana Teatino

ANEXO N° 03: Guías de observación de campo

A. GUIA DE OBSERVACION PARA EL RECONOCIMIENTO DE AREA DE ESTUDIO

Esta guía está destinada a recoger información de la zona de estudio con la finalidad de identificar las características que favorecerán al desarrollo de este proyecto de investigación.

Investigador: Ana Cecilia Ramírez Espinal

Fecha: 04 - 09 - 2018

Lugar: Cantera Astramacon.

Hora: 9:00 a.m.

A. Reconocimiento de Área de Estudio				
N°	Ítems	Respuesta		Observaciones
		Si	No	
01	Las vías de acceso se encuentran en condiciones óptimas para el desarrollo del transporte del material.		X	La vía de acceso es una tracha carrozable y durante su trayecto se pudo observar el levantamiento excesivo de polvo el cual dificulta la visión de los transportistas. No tiene los parámetros reglamentarios para el transcurrir de dos vías.
02	Las vías de acceso cuentan con la respectiva señalización.		X	No se observó ninguna señalización que resguarde la seguridad vial.
03	El clima es adecuado para el trabajo que realizan los empleados de la cantera		X	El excesivo calor de la zona deshidrata a los trabajadores y transportistas generando riesgos en su salud.

04	Las actividades de extracción afectan a la flora originaria de la zona		X	La zona de Mesones Muro presenta un clima desértico el cual impide el desarrollo de flora dentro de las canteras.
05	Las actividades de extracción afectan a la fauna propia del lugar.		X	No se pudo observar fauna propia de la zona.
06	El clima ayuda a que las características del material extraído sean adecuadas para sus diferentes aplicaciones		X	Debido al clima desértico que presenta el área de Mesones Muro, el material presenta muy poca humedad haciéndolo óptimo para sus diferentes usos en el área de construcción civil.
07	La cantera genera nuevos empleos para la comunidad.		X	Se tiene prioridad en la contratación de empleados pertenecientes a la comunidad.
08	Existen cuerpos de agua en la zona, que afecten o interrumpan las labores.		X	No se observó cuerpos de agua dentro de la cantera.
09	Los trabajadores cuentan con una movilidad específica para su transporte hacia las labores.		X	Los trabajadores llegan a su zona de trabajo por sus propios medios (motocicletas, autos, camiones de carga).

B. GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Esta guía está destinada a recolectar la información necesaria para realizar un levantamiento topográfico de la zona de estudio con la finalidad de plasmarla en un plano topográfico que permita su mejor visualización:

Investigador: Ana Cecilia Ramirez Espinal

Fecha: 25 - 09 - 2018

Lugar: Cantera Astramacon.

Hora: 25 - 9:30 a.m

B. Levantamiento topográfico			
N°	Coordenada Norte	Coordenada Sur	Altura
01	9267589.00	642586.00	78
02	9267607.00	642998.00	78
03	9267587.00	643692.00	84
04	9267217.00	643572.00	84
05	9267055.00	643434.00	81
06	9266991.00	643055.00	78
07	9267037.00	642779.00	77
08	9267088.00	642594.00	74
09	9267256.00	642864.00	74

C. GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO PARA LA DESCRIPCION DE LA GEOLOGIA

Esta guía está destinada a recolectar la información necesaria para describir la geología del área tanto local como regional, brindándonos información del contenido del yacimiento de interés:

Investigador: Ana Cecilia Ramirez Espinal

Fecha: 09-10-2018

Lugar: Canteras Astramacon

Hora: 10:15 a.m

C. Descripción de la Geología																	
	Descripción																
Geología Local	<table border="0"> <thead> <tr> <th><u>SISTEMAS</u></th> <th><u>UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• CUATERNARIO</td> <td>→ Depósito coluvial</td> </tr> <tr> <td>• TERCIARIO</td> <td rowspan="3">→ Granodioritas</td> </tr> <tr> <td>• CRETÁCEO</td> <td>→ Grupo goyllarisquizza</td> </tr> <tr> <td></td> <td>→ Fm. Inca Chulec y Paraitambo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>→ Fm. Muni.</td> </tr> <tr> <td>• JURASICO</td> <td>→ Volcánico Oyatún</td> </tr> <tr> <td>• TRIASICO</td> <td>→ Fm. La Leche.</td> </tr> </tbody> </table>	<u>SISTEMAS</u>	<u>UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA</u>	• CUATERNARIO	→ Depósito coluvial	• TERCIARIO	→ Granodioritas	• CRETÁCEO	→ Grupo goyllarisquizza		→ Fm. Inca Chulec y Paraitambo		→ Fm. Muni.	• JURASICO	→ Volcánico Oyatún	• TRIASICO	→ Fm. La Leche.
<u>SISTEMAS</u>	<u>UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA</u>																
• CUATERNARIO	→ Depósito coluvial																
• TERCIARIO	→ Granodioritas																
• CRETÁCEO		→ Grupo goyllarisquizza															
		→ Fm. Inca Chulec y Paraitambo															
	→ Fm. Muni.																
• JURASICO	→ Volcánico Oyatún																
• TRIASICO	→ Fm. La Leche.																
Geología Regional	<table border="0"> <thead> <tr> <th><u>SISTEMAS</u></th> <th><u>UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• CUATERNARIO</td> <td>→ Depósito coluvial</td> </tr> <tr> <td>• TERCIARIO</td> <td rowspan="3">→ Granodioritas</td> </tr> <tr> <td>• CRETÁCEO</td> <td>→ Grupo goyllarisquizza</td> </tr> <tr> <td></td> <td>→ Fm. Inca Chulec y Paraitambo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>→ Fm. Muni.</td> </tr> </tbody> </table>	<u>SISTEMAS</u>	<u>UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA</u>	• CUATERNARIO	→ Depósito coluvial	• TERCIARIO	→ Granodioritas	• CRETÁCEO	→ Grupo goyllarisquizza		→ Fm. Inca Chulec y Paraitambo		→ Fm. Muni.				
<u>SISTEMAS</u>	<u>UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA</u>																
• CUATERNARIO	→ Depósito coluvial																
• TERCIARIO	→ Granodioritas																
• CRETÁCEO		→ Grupo goyllarisquizza															
		→ Fm. Inca Chulec y Paraitambo															
	→ Fm. Muni.																

D. GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO PARA LA ESTIMACIÓN DE RESERVAS

Esta guía está destinada a determinar la cantidad de reservas existentes en el yacimiento teniendo en cuenta cada una de las clasificaciones y la cantidad necesaria de estas para cubrir con la demanda:

Investigador: Ana Cecilia Ramirez Espinal

Fecha: 15-10-2018 y 16-10-2018.

Lugar: Cantera Astramacon

Hora: 9:10 a.m

D. Estimación de Reservas				
Calicata	Coordenadas		Altura	Descripción
	Este	Norte		
Nº1	642682	9267196	71 m	Altura de calicata: 1.80 m ✓ Material deletéreo: 0.30m ✓ Arena: 0.20 m ✓ Conglomerado: 1.30 m
Nº2	642684	9267199	69 m	Altura de calicata: 2.70 m ✓ Material deletéreo: 0.20 m ✓ Conglomerado: 0.40 m ✓ Arena: 0.30 m ✓ Conglomerado: 0.40 m ✓ Arena: 0.90 m ✓ Conglomerado: 0.50 m
Nº3	642652	9267228	67 m	Altura de calicata: 4.20 m ✓ Material deletéreo: 0.30m ✓ Conglomerado: 1.40 m ✓ Arena: 0.30 m ✓ Conglomerado: 2.20 m

N°4	642667	9267274	65 m	Altura de calicata: 4.20 m ✓ Material deletéreo: 0.20 m ✓ Arena: 3 m ✓ Conglomerado: 0.20 m
N°5	642690	9267351	73 m	Altura de calicata: 4.70 m ✓ Material deletéreo: 0.20 m ✓ Conglomerado: 0.60 m ✓ Arena: 0.90 m ✓ Conglomerado: 3 m

E. GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO PARA LA ELECCIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

Esta guía está destinada a determinar el método de explotación más adecuado para la extracción del material de interés en la cantera, teniendo en cuenta los equipos, la demanda y las reservas:

Investigador: Ana Cecilia Ramírez Espinal

Fecha: 25-10-2018

Lugar: Cantera Astramacon

Hora: 8:45 a.m

E. Elección del método de explotación	
Método de minado	Descripción del método
MÉTODO DE EXPLOTACIÓN POR BANQUEO	<ul style="list-style-type: none"> • DESBROCE O LIMPIEZA DEL ÁREA: Consta de la extracción del material deletéreo, el cual se encuentra con restos orgánicos (no apto para la venta).
	<ul style="list-style-type: none"> • ARRANQUE: la manera más factible para realizar la extracción del material económicamente rentable es realizar un único banco cuyas dimensiones serán determinadas por las características del equipo cargador con el que se cuenta. Y tomando en cuenta el tipo de material que se va a extraer.
	<ul style="list-style-type: none"> • ÁNGULO DEL TALUD DE BANCO: para determinar las dimensiones del talud debemos tener en cuenta el ángulo de este y el coeficiente de resistencia del material que se va a extraer.
	<ul style="list-style-type: none"> • CARBUÍO: el material extraído del frente es clasificado mediante zarandas y posteriormente apilado. Luego se utiliza el cargador frontal para llevar el material desde el área de apilado hasta el camión para su posterior transporte.

F. GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO PARA EL CICLO DE MINADO, CARGUIO Y ACARREO

Esta guía está destinada a describir cada uno de los pasos a seguir en cada uno de los ciclos de minado, carguío y acarreo; y a la vez medir el tiempo necesario para realizar cada labor:

Investigador: Ana Cecilia Ramirez Espinal

Fecha: 29 - 10 - 2018

Lugar: Cantera Astramacon.

Hora: 10:05 a.m

F. Ciclos de Minado, Carguío y Acarreo		
Ciclo	Ítems	Tiempo(s)
Ciclo de Minado	Tiempo de extracción	12
Ciclo de carguío	Tiempo de llenado de cuchara	15
	Tiempo de maniobra de la maquinaria	15
	Tiempo de descarga de cuchara	15
Ciclo de acarreo	Tiempo que demora en llegar el camión (vacío) desde el apilamiento hasta el frente.	20
	Tiempo que demora el camión (cargado), en llegar desde el frente hasta la zona de apilamiento.	29

ANEXO N° 04: Guía de Observación de Laboratorio

A. ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

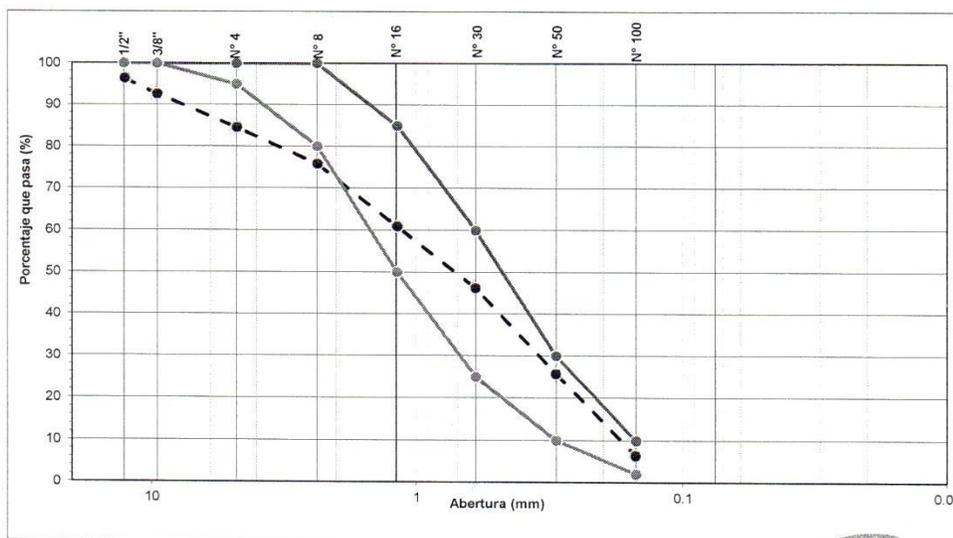
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
(NORMA MTC E-204, AASHTO T-27 Y AASHTO T-88)

PROYECTO : TESIS : PLAN DE MINADO PARA OPTIMIZAR LA EXPLOTACION DE AGREGADOS DE LA CANTERA ASTRAMACON - FERREÑAFE 2018.
 SOLICITANTE : RAMIREZ ESPINAL ANA CECILIA
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : FERREÑAFE - LAMBAYEQUE
 FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

MATERIAL : CANTERA ASTRAMACON - AGREGADO FINO - FERREÑAFE (SIN TRATAMIENTO)

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN E.T.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.70	54.70	3.65	3.65	96.35		
3/8"	9.52	56.00	3.73	7.38	92.62	100.00	TAMAÑO MAX : N° 4
N° 4	4.75	120.80	8.05	15.43	84.57	95 - 100	PESO TOTAL 1500.00 gr
N° 8	2.36	131.20	8.75	24.18	75.82	80 - 100	
N° 16	1.18	223.40	14.89	39.07	60.93	50 - 85	
N° 30	0.60	220.80	14.72	53.79	46.21	25 - 60	MODULO DE FINEZA : 3.00
N° 50	0.30	307.00	20.47	74.26	25.74	2 - 10	MATERIAL PASA N° 200 AASHTO T-11
N° 100	0.15	289.70	19.31	93.57	6.43	0 - 5	PESO INICIAL 1500.00 gr
N° 200	0.08	75.40	5.03	98.60	1.40	1 - 5	PESO LAVADO 1479.00 gr
< # 200	FONDO	21.00	1.40	94.97			% PASA LA MALLA N° 200 1.40

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



B. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

PROYECTO : TESIS : PLAN DE MINADO PARA OPTIMIZAR LA EXPLOTACION DE AGREGADOS DE LA CANTERA
ASTRAMACON - FERREÑAFE 2018.
SOLICITANTE : RAMIREZ ESPINAL ANA CECILIA
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : FERREÑAFE - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

MATERIAL : CANTERA ASTRAMACON - AGREGADO FINO - FERREÑAFE (SIN TRATAMIENTO)

HUMEDAD NATURAL AGREGADO FINO				
TARRO	1	2	3	PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	307.85	302.83		
TARRO + SUELO SECO	305.80	300.80		
AGUA	2.05	2.03		
PESO DEL TARRO	42.00	41.00		
PESO DEL SUELO SECO	263.80	259.80		
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.78	0.78		0.78

Observaciones:



C. ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

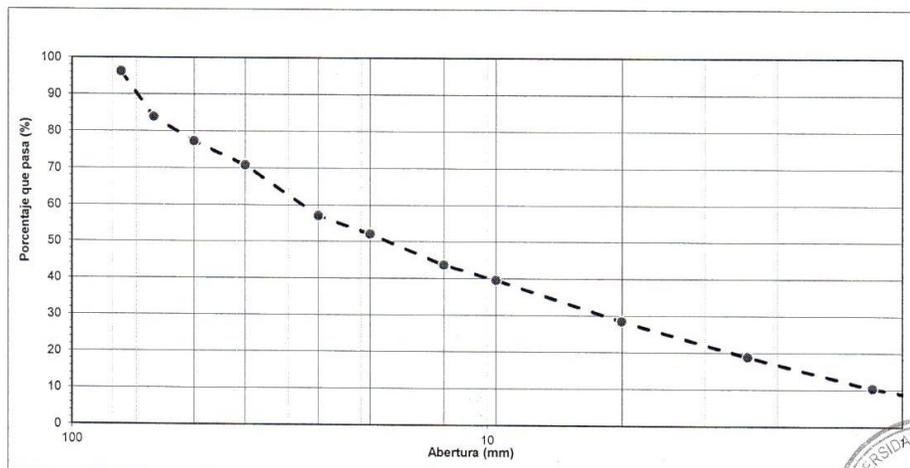
ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO (NORMA MTC E-204, AASHTO T-27 Y AASHTO T-88)

PROYECTO : TESIS : PLAN DE MINADO PARA OPTIMIZAR LA EXPLOTACION DE AGREGADOS DE LA CANTERA ASTRAMACON - FERREÑAFE 2018.
SOLICITANTE : RAMIREZ ESPINAL ANA CECILIA
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : FERREÑAFE - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

MATERIAL : CANTERA ASTRAMACON - AGREGADO GRUESO - FERREÑAFE

Malla		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	POCENTAJE ACUMULADO	POCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Pulg.	(mm.)					
3"	76.200	302.20	3.82	3.82	96.18	
2 1/2"	63.500	976.60	12.33	16.15	83.85	
2"	50.800	518.30	6.54	22.69	77.31	
1 1/2"	38.100	508.60	6.42	29.11	70.89	PESO TOTAL 7920.00 gr
1"	25.400	1093.90	13.81	42.92	57.08	
3/4"	19.050	394.60	4.98	47.91	52.09	TAMAÑO MAX : 3"
1/2"	12.700	663.10	8.37	56.28	43.72	
3/8"	9.525	326.80	4.13	60.41	39.59	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL 2 1/2"
Nº 4	4.760	882.70	11.15	71.55	28.45	
Nº 8	2.360	758.80	9.58	81.13	18.87	MÓDULO DE FINURA 6.97
Nº 16	1.180	671.60	8.48	89.61	10.39	
Nº 30	0.600	459.10	5.80	95.41	4.59	
Nº 40	0.420	135.00	1.70	97.11	2.89	
Nº 50	0.300	83.60	1.06	98.17	1.83	
Nº 60	0.180	34.70	0.44	98.61	1.39	
Nº 100	0.150	55.70	0.70	99.31	0.69	
Nº 200	0.075	34.40	0.43	99.74	0.26	
FONDO		20.300	0.26	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



D. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

HUMEDAD NATURAL

(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

PROYECTO : TESIS : PLAN DE MINADO PARA OPTIMIZAR LA EXPLOTACION DE AGREGADOS DE LA CANTERA
ASTRAMACON - FERREÑAFE 2018.
SOLICITANTE : RAMIREZ ESPINAL ANA CECILIA
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : FERREÑAFE - LAMBAYEQUE
FECHA : NOVIEMBRE DEL 2018

MATERIAL : CANTERA ASTRAMACON - AGREGADO GRUESO - FERREÑAFE

HUMEDAD NATURAL AGREGADO GRUESO				
TARRO	1	2	3	PROMEDIO
TARRO + SUELO HUMEDO	767.0	922.0		
TARRO + SUELO SECO	760.0	914.0		
AGUA	7.00	8.00		
PESO DEL TARRO	41.00	48.00		
PESO DEL SUELO SECO	719.0	866.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.97	0.92		0.95

Observaciones:



ANEXO N° 05: Guía de entrevista para la evaluación de la rentabilidad e identificación de condiciones laborales

Entrevistado: Victor Raúl Benavides Salazar

Cargo: Gerente general.

Fecha: 13-09-2018.

1. ¿Cree que las condiciones en las que sus trabajadores laboran son las más adecuadas?
 - No, porque el clima que presenta la zona de explotación dificulta el desarrollo de las actividades debido a la intensa temperatura generando deshidratación e incomodidad en los trabajadores.
 - La máquina con la que se cuenta no se encuentra en óptimas condiciones para el desarrollo de las labores generando muchas veces retrasos en la producción.
 - La falta de capacitación y de conocimiento profesional de los trabajadores influye mucho en el desempeño observado durante el desarrollo de las labores.
2. ¿Cuántos trabajadores laboran en la cantera?

La cantera cuenta con 9 trabajadores: 2 operarios, 1 controlador, y 6 obreros.
3. ¿Cuál es el sueldo mensual para sus trabajadores?
 - Para los trabajadores (obreros) y el controlador el sueldo es de 1350 soles.
 - Y para los operarios, 2700 soles.
4. ¿Cuáles son los beneficios para los trabajadores durante su jornada?
 - Se les brinda a los trabajadores desayuno y almuerzo, durante sus días laborales (Lunes a sábado)
5. ¿Su cantera cuenta con un plan de minado?
 - No, hasta la actualidad no se ha realizado ningún estudio técnico profesional dentro del área de explotación.

6. ¿Ud. conoce la importancia de tener un plan de minado?
- Si, reconozco que es necesario contar con un profesional calificado en el área para el diseño y elaboración del plan de minado, ya que permitiría a mis trabajadores a más detalle cada una de las actividades extractivas que se deben realizar, la forma de llevarlas a cabo y haría más rentable la producción.
7. ¿Con qué maquinaria cuenta para la explotación de la cantera? ¿Esta maquinaria es propia o alquilada?
- Se cuenta con 2 cargadores frontales del modelo CAT 950H con una capacidad de cuchara de 3m^3 los cuales son alquilados a un costo de 188 soles/hora incluyendo el combustible.
8. ¿Esta maquinaria es sometida a revisiones técnicas periódicamente? ¿Cuánto se gasta en éstas?
- No. La empresa no cubre los gastos de revisiones técnicas ya que los equipos son alquilados.
9. ¿Cuánto se gasta en combustible diariamente?
- La empresa no realiza inversión en combustible debido a que el alquiler de las maquinarias incluye el tanqueado de estas.
10. ¿Qué tipos de material se extrae en la cantera?
- Los materiales que se extraen en la cantera son: afirmado, hormigón, arena, ripio, piedra base, over.
11. ¿Cuál es el costo de cada uno de ellos?
- Afirmado : 6 soles/ m^3
 - Hormigón : 6 soles/ m^3
 - Arena : 7 soles/ m^3
 - Ripio : 15 soles/ m^3
 - Piedra base : 12 soles/ m^3
 - Over : 9 soles/ m^3 .

12. ¿Cuántos m³ de cada tipo de material se vende al día?

- Afirmado : 300 m³
- Piedra base : 40 m³
- Over : 100 m³
- Hormigón, Arena y Ripio : sólo a pedido ; promedio mensual 600 m³ cada uno.

13. ¿Se posee un lugar específico para el acopio del material?

- No, la cantera va moviendo su zona de acopio según vaya avanzando el frente de explotación y la ubicación de la zaranda.

14. ¿Cuáles son los principales clientes de la cantera?

- Los principales compradores son la Chancadora La Palma, a quien se le vende piedra Over y Consorcios grandes dedicados al rubro de la Construcción Civil.

15. ¿Sabe ud. La cantidad de reservas con las que cuenta la cantera?

- No, ya que no se ha realizado ningún estudio de estimación de reservas hasta la actualidad.

16. ¿Cuántos años de actividad extractiva tiene la cantera?

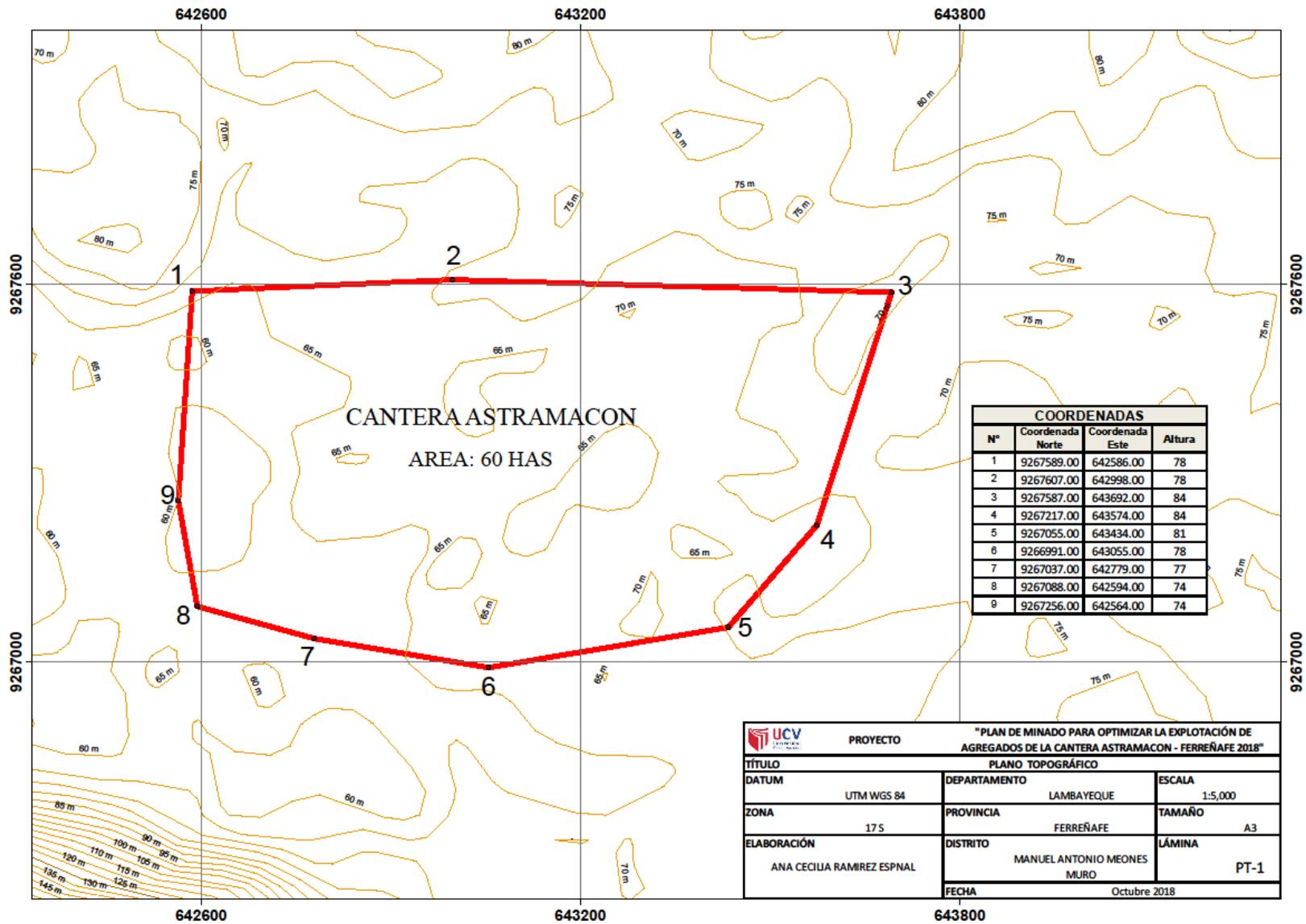
- Nuestras actividades empezaron en el año 2000 con una explotación artesanal y desde hace 1 año y medio nuestras actividades son reguladas (vías de formalización).

ANEXO N° 06: Clasificación de las rocas según Protodyakonov

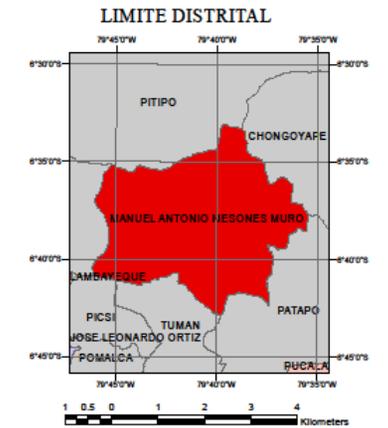
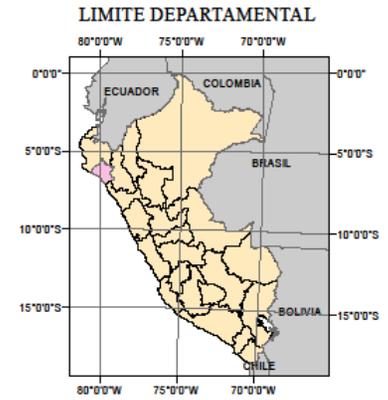
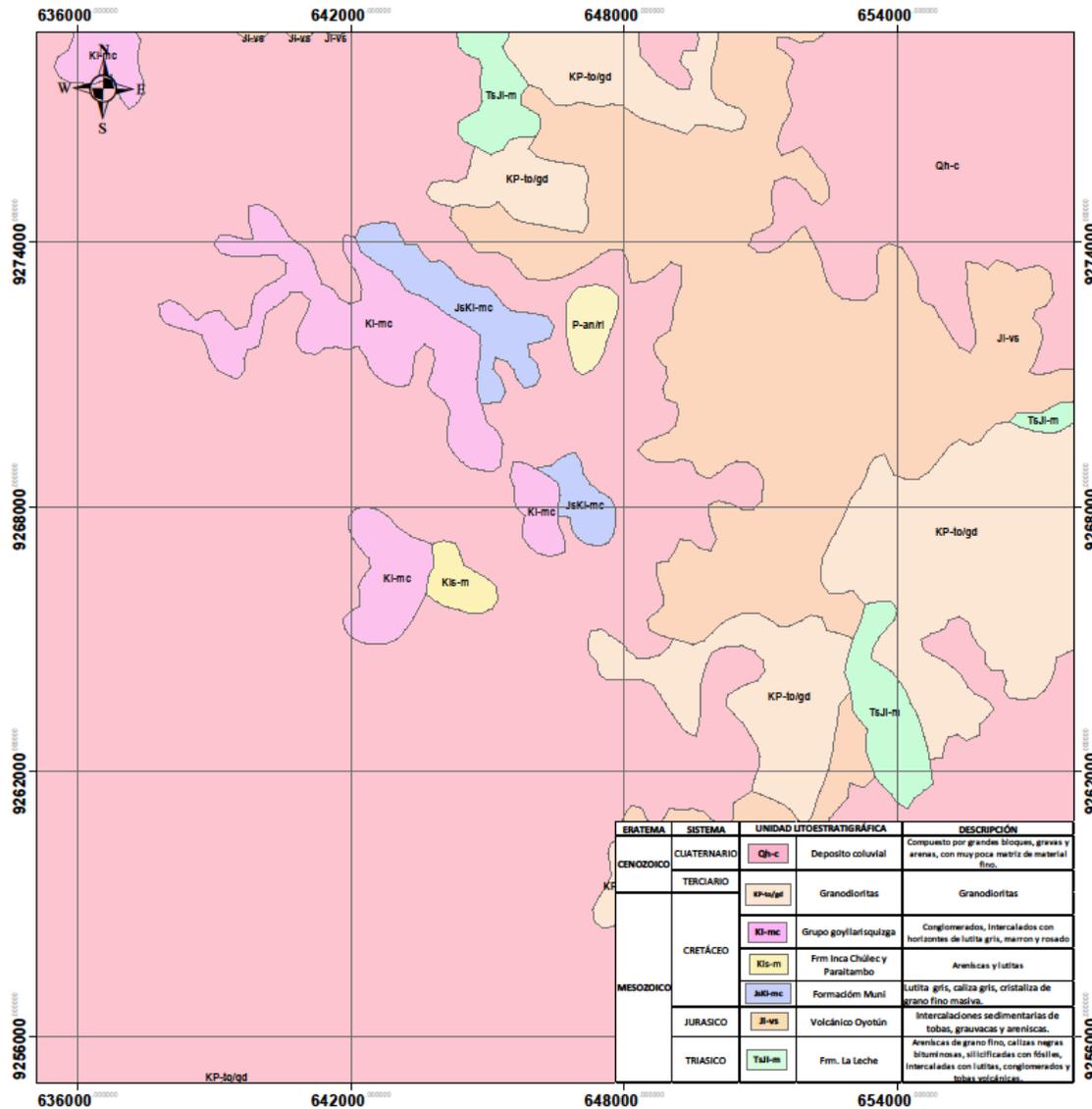
Clasificación de las Rocas Según Protodyakonov					
Categoría	Grado de resistencia de la roca	Rocas	Coefficiente de Resistencia "f"	Angulo de Resistencia Interna "B"	
I	Rocas resistentes en alto grado	Cuarcitas y Basaltos resistentes, compactos y viscosos. De dureza exclusiva en relación con otras rocas.	20	80	07'
II	Rocas muy resistentes	Rocas granitoides muy resistentes. Pórfido cuarcífero, esquistos silíceos. Cuarcitas menos resistentes. Las areniscas y calizas más resistentes.	15	86	11'
III	Rocas resistentes	Granito (compacto y rocas graníticas). Areniscas y calizas muy resistentes. Filones de cuarzo mineral. Conglomerados resistentes. Minerales ferrosos muy resistentes	10	84	18'
III a	Ídem	Calizas (resistentes). Granito no resistente. Areniscas resistentes. Mármol resistentes, dolomita. Pirita.	8	82	53'
IV	Rocas suficientemente resistentes	Arenisca común. Minerales de hierro.	6	80	32'
IV a	Ídem	Esquistos arenosos, areniscas esquistosas.	5	78	41'
V	Rocas de resistencia	Esquistos arcillosos resistentes. Areniscas y calizas no resistentes, conglomerados suaves.	4	75	58'
V a	Ídem	Diferentes esquistos (no resistentes). Margas compactas.	3	71	34'
VI	Rocas suficientemente suaves	Esquistos suaves. Calizas, cretas, sal gema, yeso muy suave. Suelos congelados, antracita. Margas corrientes. Areniscas desmenuzadas, quijos cementados, suelos pedregosos.	2	63	26'
VI a	Ídem	Suelos cascajosos. Esquistos destrozados, arcillas y ripios prensados, carbón de piedra resistente, arcilla endurecida.	1.5	63	23'
VII	Rocas suaves	Arcilla (compacta). Carbón de piedra sueva, recubrimientos resistentes, suelos arcillosos.	1	45	00'
VII a	Ídem	Arcilla arenosa suave, loess, grava.	0.8	38	40'

VIII	Rocas terrosas	Suelo cultivable, turba, arcilla terrosa liviana, arena húmeda.	0.6	30	58'
IX	Rocas pulverulentas	Arena, detritus, grava, tierra suelta, carbón extraído.	0.5	26	33'
X	Rocas fluyentes	Arenas fluyentes, suelos pantanosos, loess diluidos y otros suelos diluidos	0.3	16	42'

ANEXO N° 07: Plano topográfico

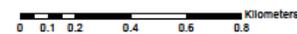
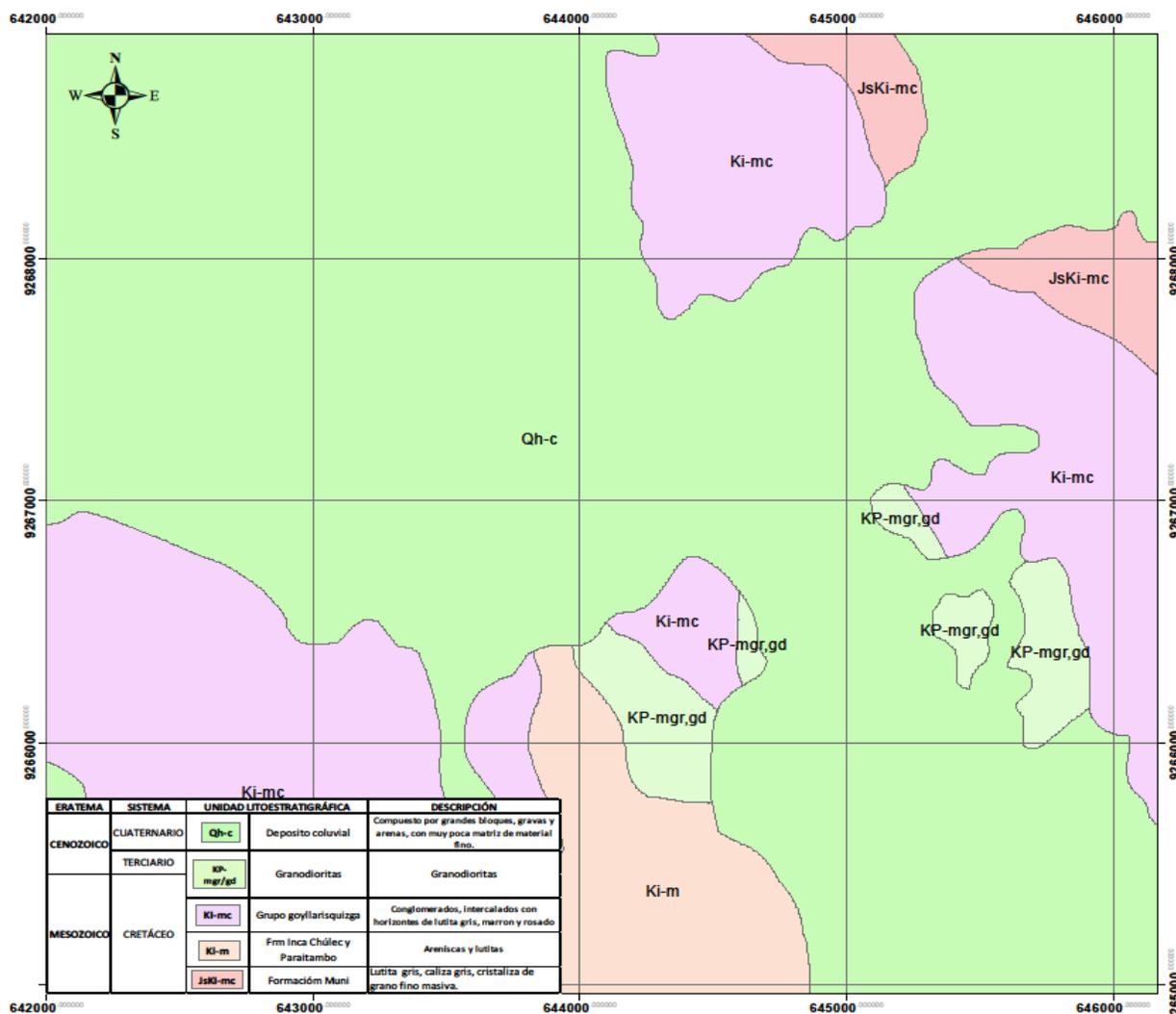


ANEXO N° 08: Mapa de geología regional



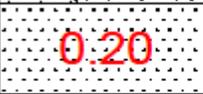
	PROYECTO	"PLAN DE MINADO PARA OPTIMIZAR LA DIFUSIÓN DE AGREGADOS DE LA CANTERA ASTRAMACÓN - FEBRESAFE 2018"	
TÍTULO		PLANO GEOLÓGICO REGIONAL	
DATUM	LITM WGS 84	DEPARTAMENTO	LAMBAYEQUE
ZONA	37S	PROVINCIA	FEBRESAFE
ELABORACIÓN	ANA CECILIA RAMÍREZ ESPNAL	DISTRITO	MANUEL ANTONIO MEONES MUÑO
ESCALA	1:85,000	LÁMINA	A3
FECHA	Octubre 2018	NÚMERO	1

ANEXO N° 09: Mapa de geología local



UCY		PROYECTO "PLAN DE MINADO PARA OPTIMIZAR LA EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS DE LA CANTERA ASTRIMACON - FEBRERAFE 2022"	
PLANO GEOLOGICO LOCAL			
DATUM	UTM WGS 84	DEPARTAMENTO	LAMBAYEQUE
ZONA	17S	PROVINCIA	FERRERÑAFE
ELABORACIÓN	ANA CECILIA RAMIREZ ESPINAL	DISTRITO	MANUEL ANTONIO MECHES MUÑO
		ESCALA	1:15.000
		TAMAÑO	A3
		LÁMINA	1
		FECHA	Octubre 2022

ANEXO N° 10: Perfil Estratigráfico de Calicata N° 1

Registro de Calicatas			
Calicata N° 1	Situación: Cantera Astramacon.	Coordenadas	x: 642682 y: 9267196 z: 71
Fecha: 2/10/18			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
1.80		0.30 	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		0.20 	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		1.30 	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

ANEXO N° 11: Perfil Estratigráfico de Calicata N° 2

Registro de Calicatas			
Calicata N° 2	Situación: Cantera Astramacon.	Coordendas	x:642684 y:9267199 z:69
Fecha: 2/10/18			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
2.70		0.20 	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		0.40 	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		0.30 	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		0.40 	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		0.90 	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		0.50 	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

ANEXO N° 12: Perfil Estratigráfico de Calicata N° 3

Registro de Calicatas			
Calicata N° 3	Situación: Cantera Astramacon.	Coordendas	x:642652 y:9267228 z:67
Fecha: 2/10/18			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
4.20		 0.30	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		 1.40	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		 0.30	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		 2.20	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

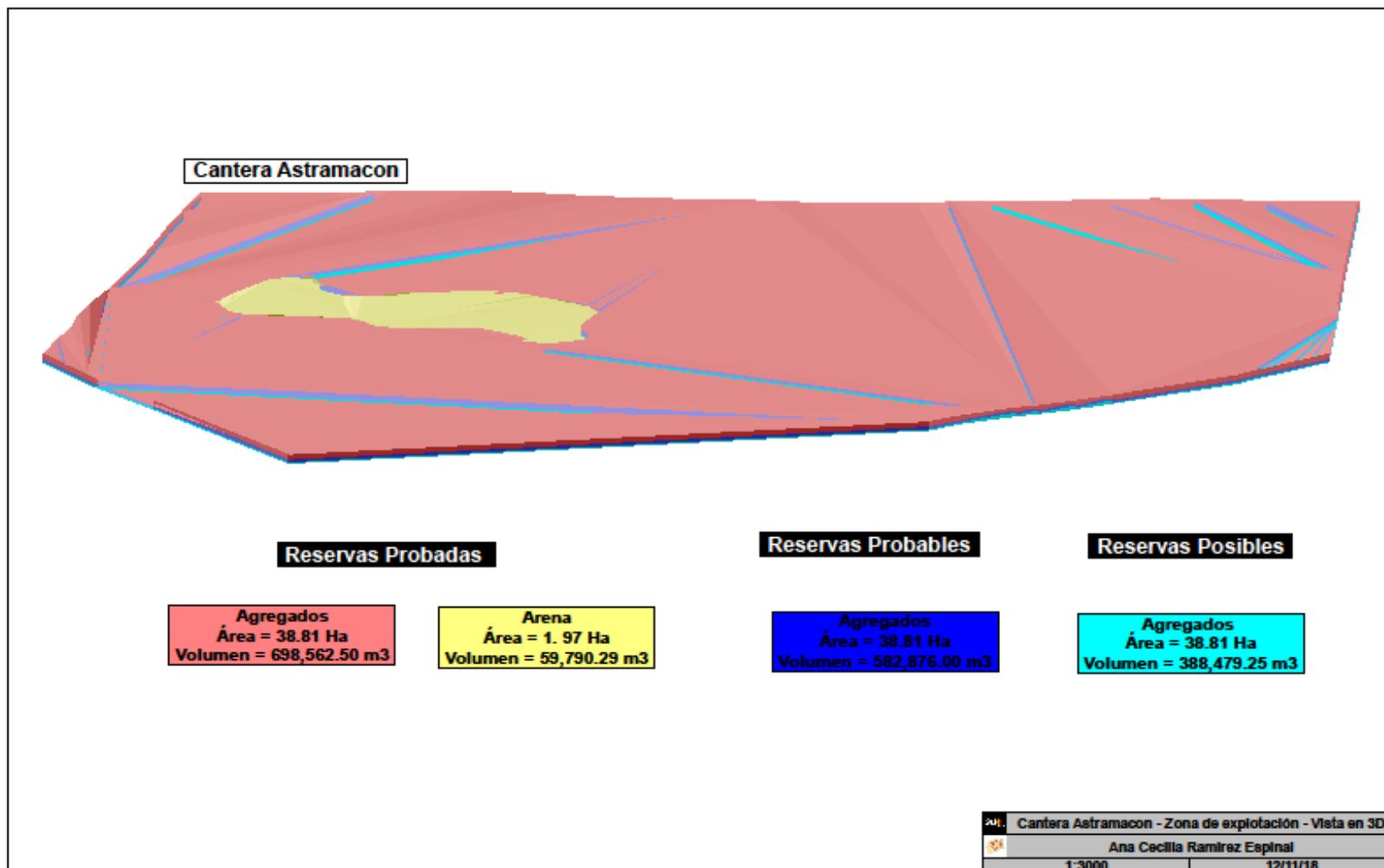
ANEXO N° 13: Perfil Estratigráfico de Calicata N° 4

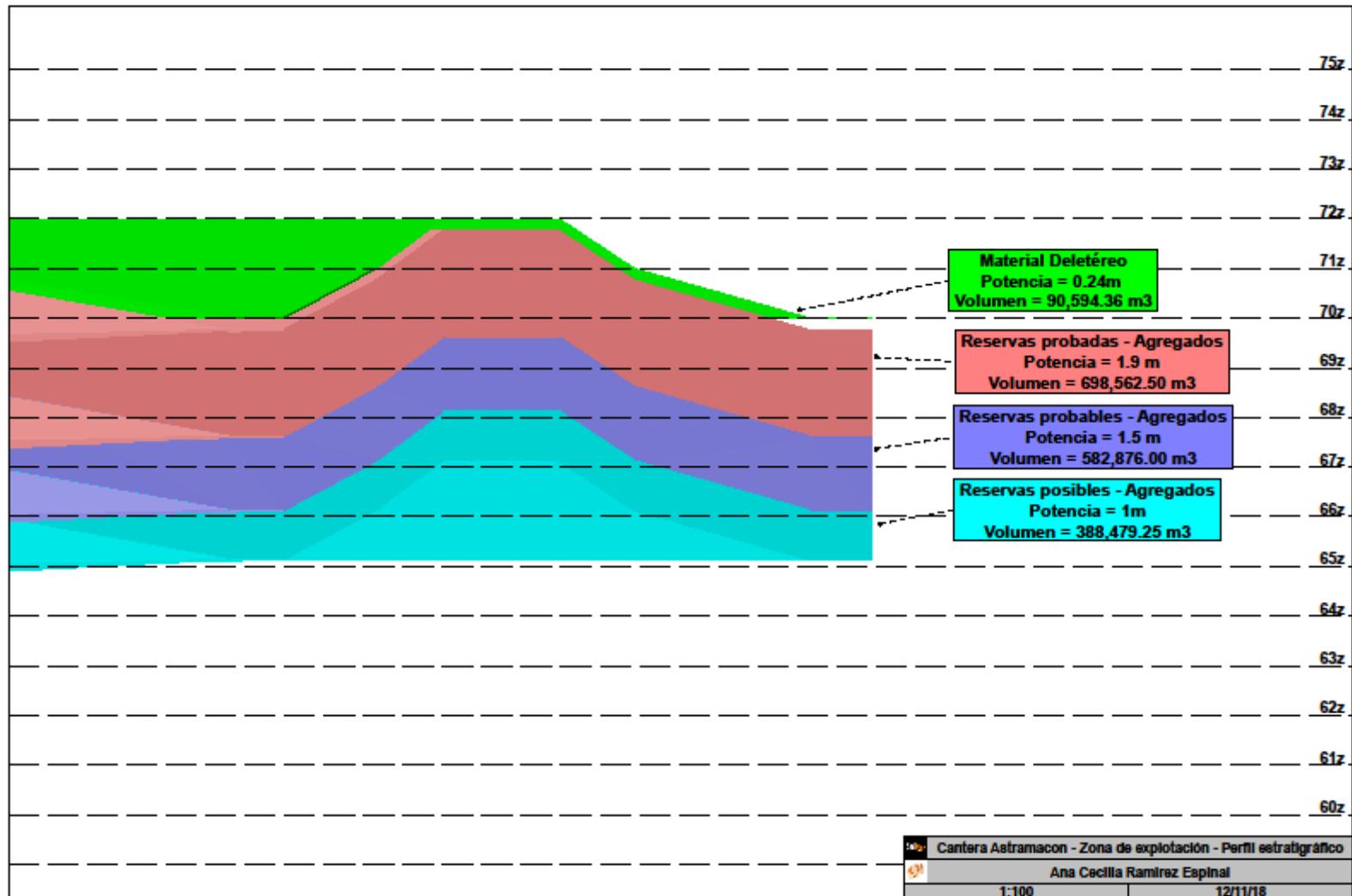
Registro de Calicatas			
Calicata N° 4	Situación: Cantera Astramacon.	Coordenadas	x:642667 y:9267274 z:65
Fecha: 2/10/18			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
4.20		0.20	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		3.80	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		6.20	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz arena limosa de baja compacidad

ANEXO N° 14: Perfil Estratigráfico de Calicata N° 5

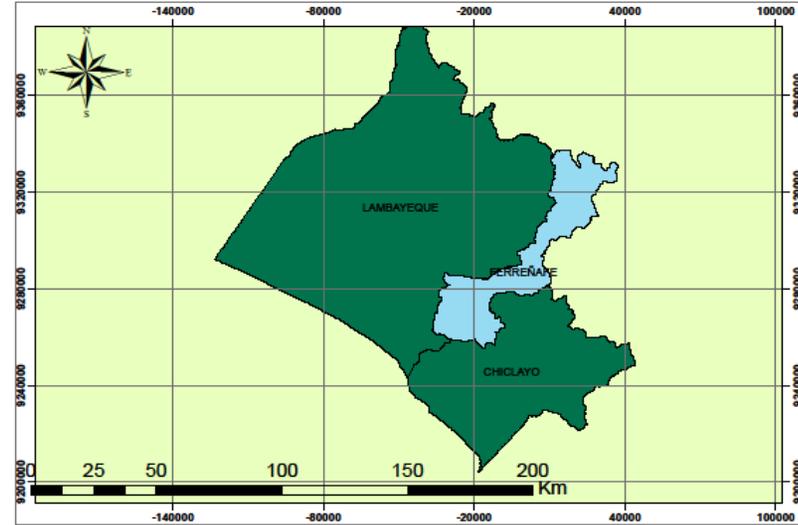
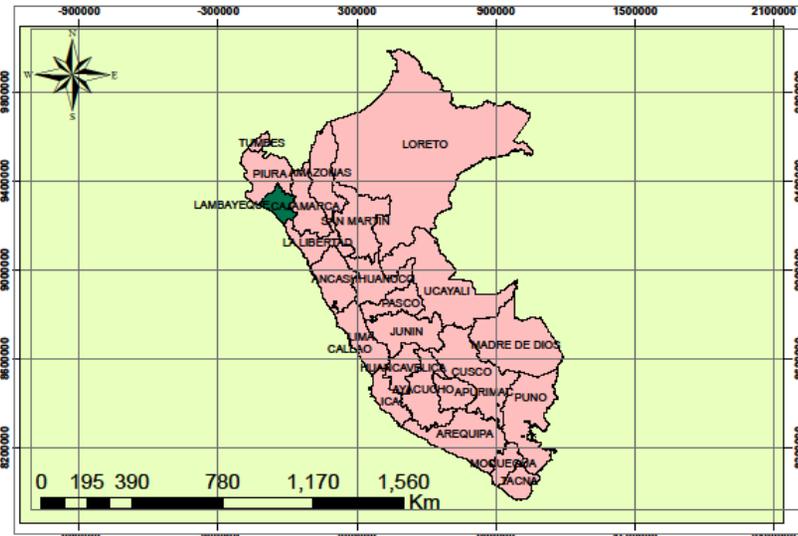
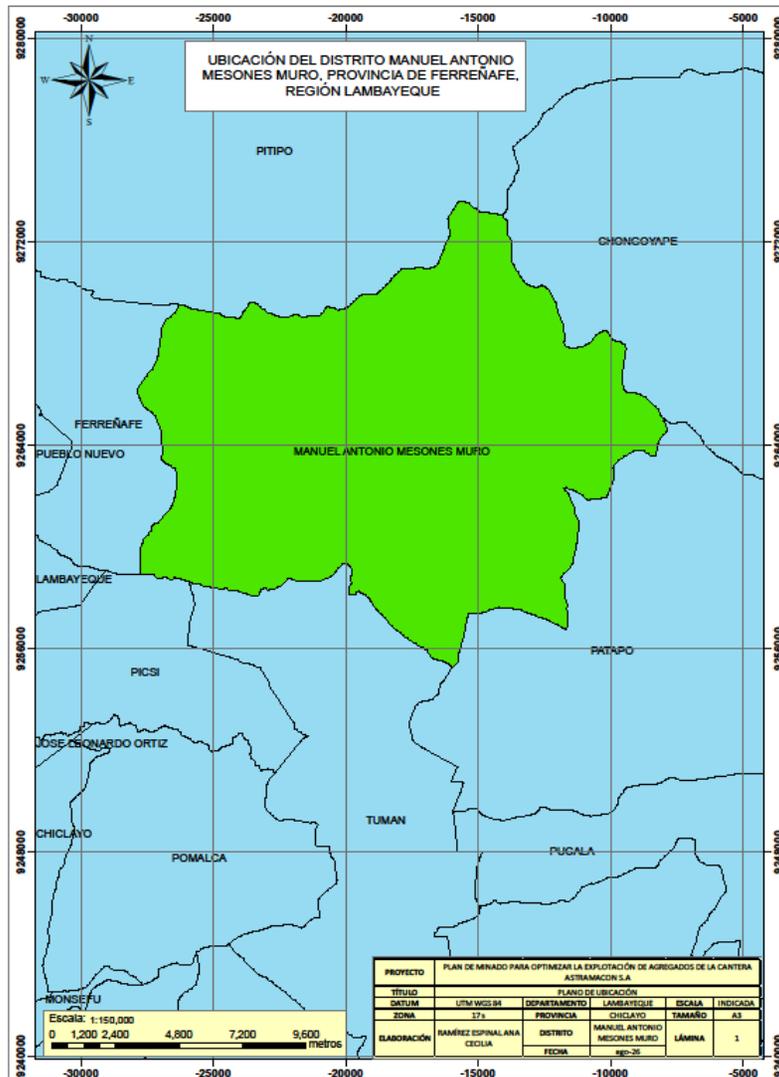
Registro de Calicatas			
Calicata N° 5	Situación: Cantera Astramacon.	Coordenadas	x:642690 y:9267351 z:73
Fecha: 2/10/18			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
4.50		0.20	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		0.40	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		0.90	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		3.00	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

ANEXO N° 15: Estimación de Reservas Probadas, Probables y Posibles





ANEXO N° 16: Plano de Ubicación de la Cantera Astramacon



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mg. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada "Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon – Ferreñafe 2018", de la estudiante Ana Cecilia Ramírez Espinal, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Pimentel, *24 de diciembre* del 20*19*.


Firma

Mg. Silvia Josefina Aguinaga Vásquez

DNI: *16.790.467*

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

REPORTE TURNITIN

Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon – Ferreñafe 2018

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

3%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

www.arbulu-terry.com

Fuente de Internet

1%

4

bvpad.indeci.gob.pe

Fuente de Internet

1%

5

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

1%

7

educativasanjuana.blogspot.com

Fuente de Internet

1%

8

www.bdigital.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1%

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E. P. de Ingeniería de minas

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Ana Cecilia Ramírez Espinal

INFORME TITULADO:

Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon - Ferreñafe 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera de minas

SUSTENTADO EN FECHA: 29 de noviembre del 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por unanimidad



FIRMA DEL DIRECTOR DE LA ESCUELA
PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS