



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto

Uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero De Minas

AUTOR:

Br. Pérez Burga, Franklin Martín (ORCID: 0000-0003-3272-8269)

ASESOR:

Mg. Ing. Gonzales Torres, Jorge Omar (ORCID: 0000-0002-4870-2402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de Yacimiento Minerales

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

La concepción de esta tesis está dedicada a Dios y a mis padres, a Dios por guiarme siempre por el buen camino, ayudarme a superar cada obstáculo y siempre mantenerme con fe ante toda adversidad. A mis padres, Pedro Martín Pérez Echeandía y Carmen Patricia Burga González, pilares fundamentales en mi educación y crecimiento como persona. Sin ellos, jamás hubiera podido conseguir lo que hasta ahora he logrado. Enseñándome siempre con el ejemplo que todo es posible en esta vida, si sólo se cree en uno mismo. Depositando su entera confianza en mi inteligencia y capacidad.

Sin dejar de lado a mi hermana Fátima del Carmen Pérez Burga, quien siempre ha influido en muchos aspectos de mi vida, desde lo personal hasta lo profesional, apoyándonos siempre en cada oportunidad que lo amerite. A mi sobrino Leonel Alejandro Ochoa Pérez, persona muy importante y determinante en mi vida. A mi enamorada Sandra Gabriel Aguirre Torres, quien su ayuda a sido importante, estando conmigo en los momentos mas turbulentos, la tesis no fue fácil, pero estuvo motivándome y ayudándome en todo momento.

Franklin Martín

Agradecimiento

Este trabajo de investigación es el resultado del esfuerzo conjunto de quienes aportaron para su realización, es por ello que agradezco al Msc. Ing. Gonzales Torres, Jorge Omar por su continuo asesoramiento, siendo un profesional idóneo y capacitado el cual ayudó a que este trabajo tenga un perfil técnico. A la profesora Silvia Aguinaga Vasquez por su aporte en la parte metodológica. A mis profesores en general que a lo largo de la carrera aportaron a que me alimente de vastos conocimientos, formándome como un profesional competitivo y con garantía. A mi abuela Teresa Gonzales, por su incondicional ayuda siempre.

1024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 12:00 horas del día 28 de octubre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 027-20/19/UCV-CH, de fecha 25 de octubre 2019 se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DEL PUNTO UNO DE LA CANTERA TRES TOMAS - FERREÑAFE", presentada por el Bachiller: PÉREZ BURGA, FRANKLIN MARTÍN con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero de Minas, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: Mg. Javier Ángel Salazar Ipanaqué
- Secretario: Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz
- Vocal: Mg. Jorge Omar Gonzales Torres

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

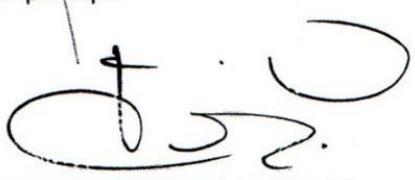
Aprobado por unanimidad

Siendo las 12:45 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, 28 de octubre de 2019


Mg. Javier Ángel Salazar Ipanaqué
Presidente


Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz
Secretario


Mg. Jorge Omar Gonzales Torres
Vocal

Declaratoria de autenticidad

Yo, PÉREZ BURGA, Franklin Martín identificado con el DNI N° 73387595, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, autor de la Tesis la cual lleva como título: “Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe”, declaro lo siguiente:

El contenido de esta tesis es original, es el resultado de trabajo diario, no ha sido imitado, se usaron ideas, formulaciones, imágenes etc., propias del autor. Se ha empleado contenido importante el cual se ha extraído de libros e incluso de otros proyectos de tesis, los cuales han sido citados según los derechos del autor.

Considerando lo anterior soy responsable de que el hecho de no respetar los derechos de autor y el hacer copia, es objeto de sanciones universitarias y/o legales, por lo que tomo cualquier responsabilidad que pudiese haber con respecto a esta tesis.

De tal modo, me hago responsable ante la Universidad o terceros, de cualquier anomalía que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado.

Chiclayo, 5 de Julio del 2019



PÉREZ BURGA, FRANKLIN MARTÍN

DNI: 73387595

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	15
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
2.2. Operacionalización de variables	15
2.3. Población y muestra	17
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
2.5. Procedimiento	19
2.6. Método de análisis de datos	21
2.7. Aspectos éticos	22
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIONES.....	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	60
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	81
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	82
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	83

Índice de figuras

Figura 1 Recursos y reservas	8
Figura 2 Clasificación de las reservas minerales y recursos.....	8
Figura 3 Determinación del volumen del depósito mineral por secciones	9
Figura 4 Estimación de reservas por el método de los perfiles	11
Figura 5 Geología regional	23
Figura 6 Geología local	26
Figura 7 Curvas de nivel cada 1 metro	28
Figura 8 Calicata 1.....	30
Figura 9 Calicata 2.....	31
Figura 10 Calicata 3.....	32
Figura 11 Calicata 4.....	33
Figura 12 Calicata 5.....	34
Figura 13 Calicata 6.....	35
Figura 14 Método del software recmin.....	36
Figura 15 Reservas probadas - cuerpo de mineral.....	38
Figura 16 Reservas probables.....	41

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	16
Tabla 2 Toma de coordenadas para el levantamiento topográfico.....	27
Tabla 3: Toma de coordenadas de calicatas	29
Tabla 4: Volumen por secciones de las reservas probadas	39
Tabla 5: Volumen por secciones de las reservas probables.....	42

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por finalidad realizar la estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe.

La investigación surgió de la observación de un problema vinculado a la falta de un estudio técnico sobre la cantidad de reservas existentes, para dicha investigación se buscó trabajar con una muestra que estuvo conformada por el Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe utilizando como tipo de investigación cuantitativo y diseño de investigación no experimental descriptivo.

Asimismo, para el recojo de información se utilizó el método analítico y técnicas como observación y análisis documental junto a instrumentos empleados como guías de observación. Además, se utilizaron los programas AutoCAD versión estudiante, el RecMin, SAS Planet, Google Earth y Global Mapper versión estudiante Toda esta metodología le da a este informe de investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva.

Finalmente, se obtuvo como resultado que existe un total de 16,203.14 m³ de reservas probadas entre grava y arena, así mismo 87,900.44 m³ de reservas probables del mismo material, todos estos resultados se presentan por medio de tablas e imágenes enumeradas, cada una con sus respectivos análisis que contribuyeron a comprobar la hipótesis: Si se realiza una estimación de reservas por el método de los perfiles, se determinará la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe. Todo este trabajo permitió desarrollar el objetivo general el cual fue realizar la estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe, concluyendo que la vida útil es de 10 meses.

Palabras clave: Estimación de reservas, método de los perfiles, vida útil.

ABSTRACT

The main goal of this research to estimate the reserves the cross section method to determinate the life time of the 3 Tomas – Quarry – Ferreñafe.

The reserach occurs from a problem related to missing technical study about the quantity of reservoirs there are today, for this research we work with a simple that was formed by point 1 of the 3 Tomas Quarry – Ferreñafe, using quantitative method and non experimental descriptive desing.

Also, it was used the analitic method and other technics such as observation and documental analisys, plus some instruments used as observation guides. It was used some programs Autocad student versión, RecMin, SAS Planet, Google Earth y Global Mapper student versión, all this methodoly gives to this research the support, the sustenance and respective seriousness.

Finally, we have as resuts that exists 16,203.14 m³ of reservoirs proved between gravel and sand, 87,900.33 m³ of probable reservoirs from the some material, all this results are shown in numered tables and graphics, each with the respective analisys that prove the hyphotesis: If we realize and estimated of reservoirs using the cross section method, we can determinate the life time of the point 1 of the 3 Tomas Quarry – Ferreñafe.

This investigation allowed to conclude that life time of point 1 of 3 Tomas Quarry – Ferreñafe is 1 year and 1 month.

Keywords: Reservoirs estimation, corsss section method, life time, probed reservoirs, probable reservoirs.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. A nivel local

Jiménez (2018) señala que la cantera Josmar perteneciente a la provincia de Ferreñafe, Distrito de Manuel Antonio Mesones Muro no se ha realizado una estimación de reservas, siendo esto no beneficioso para la empresa ya que al no saber dónde se encuentra el agregado, se extrae el material de manera empírica teniendo pérdidas económicas, por ende es necesario el cálculo de las reservas, empezando con un levantamiento topográfico, siguiendo por un estudio geotécnico para determinar la cantidad de agregados, con la ayuda de calicatas, con el fin de poder diseñar un plan de minado de la cantera.

Castro (2018) expone que la cantera la Viña es una concesión de minería no metálica referida a lo que es agregado, el cual se aplica como método de extracción (descubiertas), desarrollando esto de manera experimental y no técnico. Entonces se es necesario hacer el cálculo de reservas para tener la confiabilidad que es un proyecto factible y viable.

El departamento de Lambayeque cuenta con muchas canteras de agregados en sus diferentes distritos, haciendo alusión a minería no metálica, concerniente a materiales de construcción (arena, over, afirmado, arenilla, ripio, piedra base, entre otros) que abastecen a diferentes empresas dedicadas a la venta de agregados. Es primordial tener la confiabilidad que un proyecto sea viable y factible, en este caso de la extracción de agregados. Para ello se debe trabajar con profesionales capacitados que hagan un trabajo técnico, y no empírico ni experimental como se ha venido haciendo en muchas de estas canteras.

El Punto Uno perteneciente a la empresa Tres Tomas, está ubicada a 6 kilómetros al sur del distrito de Manuel Antonio Mesones Muro, Provincia de Ferreñafe, Lambayeque, Perú, con un dimensionamiento de 5 hectáreas esta concesión las cuales solo 1 hectárea se encuentra en operaciones. En esta cantera no se ha realizado una estimación de reservas para los materiales existentes tales como grava y arena. No sabiendo cuanto es el volumen de material existente siendo esto significativo para determinar la vida útil de

la cantera como también para optimizar el método de extracción haciéndolo más rentable.

De esta manera se realizará un estudio geológico para determinar sus formaciones geológicas que ha sufrido la zona, así mismo se realizará un levantamiento topográfico para precisar el área a estimar y de calculará el volumen de los agregados mediante el método de los perfiles con ayuda de calicatas.

1.1.2. A nivel nacional

Maza (2017) señalo que para realizar la cubicación de reservas, se utilizó un método convencional solo teniendo en cuenta las trincheras muestreadas ya que los sondajes no lograron atravesar ninguna veta. Se determinó multiplicando cada bloque por la densidad del mineral. Fue necesaria la cubicación ya que en las operaciones extractivas había pérdidas en algunos períodos.

Ruiz (2016) fijo que determinar la reserva de un mineral, no sólo ayuda a verificar si es económicamente explotable de un recurso mineral, además permite saber la dilución de materiales y las tolerancias por pérdidas que se pueda producir en las extracción. Ayudando esto a hacer estudios de factibilidad evaluando regularmente y razonable la extracción. Las reservas de mena según el código de JORC se subdividen en reservas probables y reservas probadas.

Medrano (2011) señala que los recursos y reservas que tenga una empresa dedicada al rubro de minería conforman esencialmente sus valores económicos, es por ello que el grado de precisión del método del cálculo de estimación aprueba realizar una eficiente planificación para su adecuada explotación. La finalidad es saber la variación que existe en los parámetros del cálculo de reservas, evitando así una desorganización en las operaciones productivas.

Morales (2014) expone que cubicar reservas se basa en determinar la cantidad de mineral que hay en un yacimiento, existiendo diferentes métodos (clásicos y modernos) teniendo un mismo objetivo: modificar una zona mineral en un cuerpo geométrico. La exactitud de estos datos depende mucho de que el método seleccionado sea idóneo para el yacimiento. Realizando una buena estimación de reservas, se tendrá una buena estrategia de explotación.

1.1.3. A nivel internacional

Muñoz (2015) fijo que la cubicación de reservas es la definición de dónde, cómo están y cuánto de recursos minerales encontramos en el yacimiento convirtiéndose en una labor sumamente importante en cuanto al volumen de mineral útil, existiendo dos grandes grupos de métodos: métodos geométricos y métodos geoestadísticos.

Gusbin (1983) señalo lo siguiente si se utilizará un método clásico de cubicación entonces se le da una forma geométrica, la evaluación de las reservas se hace a partir del mapa geológico realizado en el área estudiada. Determinadas mayormente por la diferencia entre las curvas de nivel de la cima y la base. Definiéndose el volumen exacto de las reservas, se optimizará la explotación de los recursos dándoles por consiguiente un valor agregado.

Ortega (2012) expone que el método de los perfiles se realiza laborando dos bloques de exploración adjuntos y paralelos penetrando el cuerpo mineralizado de forma perpendicular, siendo de esta manera la forma idónea para disminuir los errores que se pueda incurrir en el cálculo de las reservas. Por consiguiente se contonean los perfiles dándoles forma geométrica empezando así la estimación, después de obtener las superficies de cada perfil, se utiliza una fórmula para el cálculo de volumen.

Velázquez (2017) señalo que tanto para el cálculo de reservas como para su evaluación de las mismas se toma en cuenta muchos estándares internacionales y nacionales, rigiéndose la empresa a las normas que pueda haber en el país donde esté realizando sus operaciones. De acuerdo a esto se elegirá su método de estimación cumpliendo siempre con su formalización.

1.2. Trabajos previos

En la búsqueda de investigaciones que alimenten y enriquezcan todo lo concerniente a las variables de investigación, encontramos las siguientes a nivel nacional e internacional:

1.2.1. A nivel nacional:

VÁSQUEZ, Miguel; RAMOS, Cinthia, 2018, Perú, “Cálculo de reservas para la explotación de la cantera de Crena Cachachi, provincia Cajabamba, Cajamarca, 2018”, cuyo objetivo fue determinar la influencia del cálculo de reservas en el diseño de explotación de la cantera de Arena Cachachi, provincia de Cajabamba, departamento Cajamarca, 2018. Expuso que en la cantera de Arena Cachachi se requiere diseñar un método de explotación, siendo necesario para ello calcular las reservas en primera instancia. Entonces se realizó el estudio de cubicación por medio del método de los perfiles utilizando 5 calicatas, se determinó que hay presencia de areniscas cuarzosas en 139255 metros cúbicos con una ley mínima de 90% de sílice en el material.

BENITO, Omar; HUAMAN, Ivan, 2014, Perú, “Optimización y modernización en el proceso de obtención de Arena de Sílice para incrementar la producción en la Cantera Santa Rosa 94-i c.c. Llocllapampa”, en el que se propuso incrementar la producción en la cantera “Santa Rosa 94-1” mediante la optimización y modernización en el proceso de obtención de la arena de sílice. Señalo que en la cantera Santa Rosa 94-I C.C. Llocllapampa se busca diseñar un plan de minado con el fin de optimizar el proceso de obtención de arena de sílice. Para ello previamente se el cálculo de reservas existentes de este material en especial obtenido los resultados en el software Minesight las reservas probadas, probables, ley y el total. Con estos datos se desarrolló el plan de minado y la propuesta de mejora del método de extracción.

LUQUE TAYA, Juan, 2017, Perú, “Estudio de factibilidad en un proyecto de explotación de rocas y minerales industriales en una mina de Perlita”, cuyo fin fue diagnosticar la factibilidad del proyecto teniendo en cuenta los procesos más importantes de la vida de un proyecto minero. Expone que se busca realizar un estudio de factibilidad en la cantera Perlita para determinar si el proyecto es viable o no. En esta etapa del proyecto se hizo la recopilación de datos haciendo estudios de la cantera, en

base a todos los datos estimados el cual uno de ellos fue las reservas probadas que arrojó 774195 TM, se pudo plantear que se puede procesar 61.00 US\$/TM con un plan de minado de 5 años.

CASTRO, Bryam, 2015, Perú, Propuesta de implementación de Plan de minado en la cantera de Dolomita “Jajahuasi 2001” de la comunidad campesina Llocllapampa – provincia de Jauja”, donde objetó determinar la factibilidad de la implementación de un plan de minado en la cantera de Dolomita "Jajahuasi 2001". Expone que se busca iniciar el proyecto en la concesión minera Dolomita Jajahuasi, queriendo desarrollar un plan de minado, para ello como objetivo se realiza una estimación de reservas con ayuda de un levantamiento topográfico y estudios geológicos teniendo estos resultados en el software Minesight. Con ellos se propuso extraer 1000 TM/día con una producción anual promedio de 341,000TM.

1.2.2. A nivel internacional:

RODRIGUEZ, Ivan, 2017, Colombia, Cálculo de reservas del macizo rocoso cantera los deseos en el Municipio de San Juan del Cesar- la Guajira, en el que se propuso realizar el cálculo de reservas dentro de la cantera los deseos correspondiente a caliza y mármol, expuso que en la cantera los deseos, municipio de San Juan se quiere reiniciar las operaciones, ocurriendo la situación que la empresa anterior que explotaba este yacimiento, modificó la topografía dejando un relieve desnivelado y escarpado. Se estimó las reservas con la ubicación de estas mediante un método clásico llevándolo al Autocad concluyendo así una cantidad de 17329.53795 metros cúbicos con recursos de caliza, mármol, calcita y aragonito.

PAREDES, Raúl, 2013, Argentina, “Evaluación de escombreras para la restauración paisajística de una antigua cantera de Calizas”, cuyo objetivo fue evaluar las escombreras para restaurar una antigua cantera de caliza, señalo que en la cantera de calizas al oeste de Valle Hermoso, Argentina, se busca realizar una evaluación de material existente, ya que en el proceso de extracción se han dado con la sorpresa que la cantidad de escombreras (mineral sin interés), supera a la mena en este caso la caliza, queriendo saber dónde, que y cuanto de mineral se encuentra en la cantera, realizando de esta manera un cálculo de reservas por medio de perfiles. De esta manera se

determinó el volumen total, su posición precisa de estéril y mena, y el volumen de escombreras y calizas.

ALVEAR, Christian; LOPEZ, Mónica, 2014, Ecuador, Diseño y análisis económico de la explotación a cielo abierto de un yacimiento de caliza, cuyo fin fue diseñar y planificar las operaciones del yacimiento de calizas mediante dimensionamiento adecuado de maquinaria. Fijo que pretende iniciar con un proyecto de caliza teniendo como uno de los objetivos diseñar y planificar las operaciones ya sea de arranque, carga y transporte de la explotación. Para dar a lugar a esos datos, se ha optado hacer una estimación de reservas el cual permitirá la realización de una planificación minera. Mediante el método de perfiles se determinó que existente 682.649 metros cúbicos de reservas probadas, su lugar exacto y los recursos existentes. Dando lugar a partir de ello al diseño y planificación de las operaciones.

HERRERA PANCHI, Christian, Ecuador, 2016, Diseño del sistema de explotación de materiales de construcción existentes en la cantera “Mina 2”, ubicada en la parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, provincia de Pichincha, la cual objetó diseñar un sistema de explotación óptimo que permita solucionar problemas, ambientales, técnicos, colectivos. Señalo que se pretende diseñar un sistema de explotación para materiales de construcción en la cantera mina 2, para ello es necesario evaluar las reservas la cual se realizó a través de perfiles topográficos, determinando en el software Civil Cad 3D 178.874 metros cúbicos de reservas probadas. Esto permite diseñar el sistema de explotación con sus diferentes etapas y todo lo concerniente al área de operaciones.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Estimación de reservas por el método de los perfiles

1.3.1.1. Definición

Bustillo; López (1997) fijo que estimar reservas por el método de los perfiles es una metodología clásica para saber la cantidad de recursos en un yacimiento metálico o no metálico. Se determinan las reservas por bloques apoyándose de cortes o perfiles verticales u horizontales delimitados por la mineralización para luego hallar el total reservas mediante cálculo matemático.

Reserva mineral

Maza (2017) señalo que el término es usado para referirse a la cantidad de recursos minerales existentes en un yacimiento para saber si es económicamente factible de extraer.

Recurso mineral

Maza (2017) indicó que es la materia prima inorgánica que se encuentra in situ en la corteza terrestre, con utilidad industrial para la sociedad.

Reservas probadas

Maza (2017) dijo que también es conocido como mineral seguro, son bloques de mineral comercial las cuales por estudios geológicos y de ingeniería son estimadas con razonable certidumbre que serán económicamente recuperables por métodos operacionales.

Reservas probables

Maza (2017) mencionó que son cuyas reservas no son probadas, es decir existe la probabilidad de que exista mineral, habiendo limitaciones sobre la precisión de los datos.

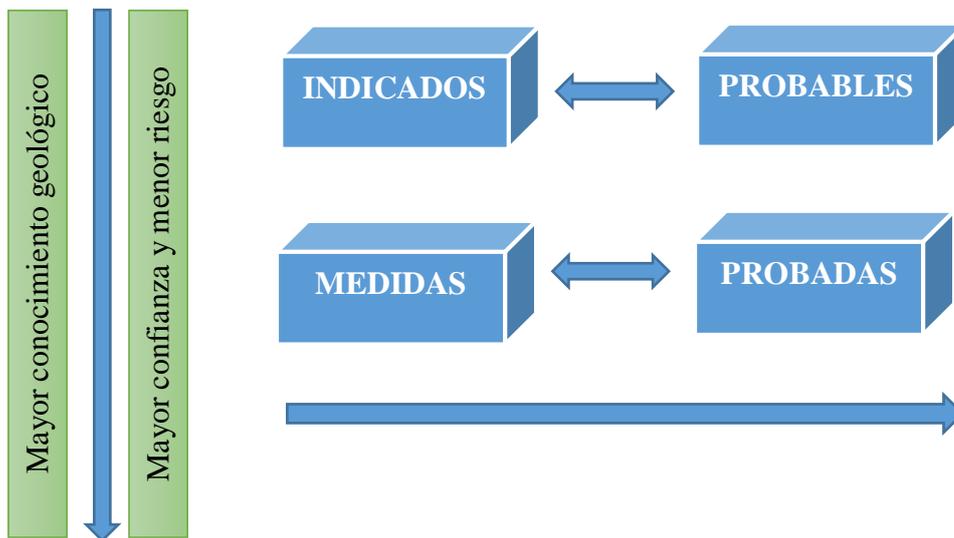


Figura 1: Recursos y reservas

Fuente: Velarde, 2016

Como se muestra en la figura 1, la línea que se desplaza de manera vertical hacia la parte inferior y luego de manera horizontal hacia la parte derecha, indica que los recursos medidos y reservas probadas presentan un mayor nivel de confiabilidad según estudios geológicos.

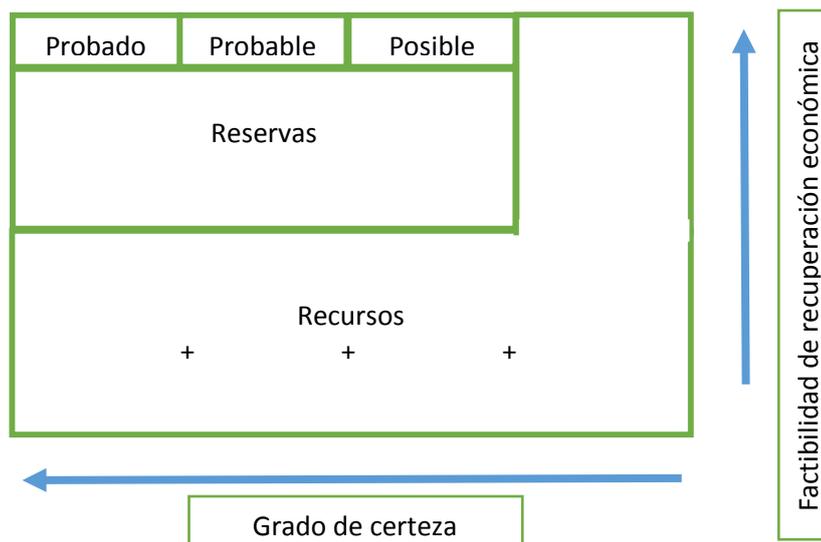


Figura 2: Clasificación de las reservas minerales y recursos

Fuente: Barrero (2017, p.26)

Según el diagrama original de Mc Kelvey citado por el autor Barrero (2017, p.26), la referencia que se tiene de los dos ejes de (1) factibilidad de recuperación económica, y (2) grado de certeza, indica la cantidad y calidad de mineral que es económicamente recuperable según precios de mineral presente y costos de producción.

1.3.1.2. Teoría

Método de los perfiles

Bustillo; López (1997) expone que es un método ubicado dentro de los métodos clásicos o geométricos más usados, aplicado para cuerpo minerales irregulares evaluados a partir de sondeos que posibilita la interpretación de estos, siguiendo comúnmente los siguiente pasos: a) cálculo del área a estudiar, b) determinación de los volúmenes en bloques, c) obtener las reservas en bloques y d) determinación total de las reservas. La cantera presenta un desarrollo irregular existiendo perfiles verticales con distancias no constantes.

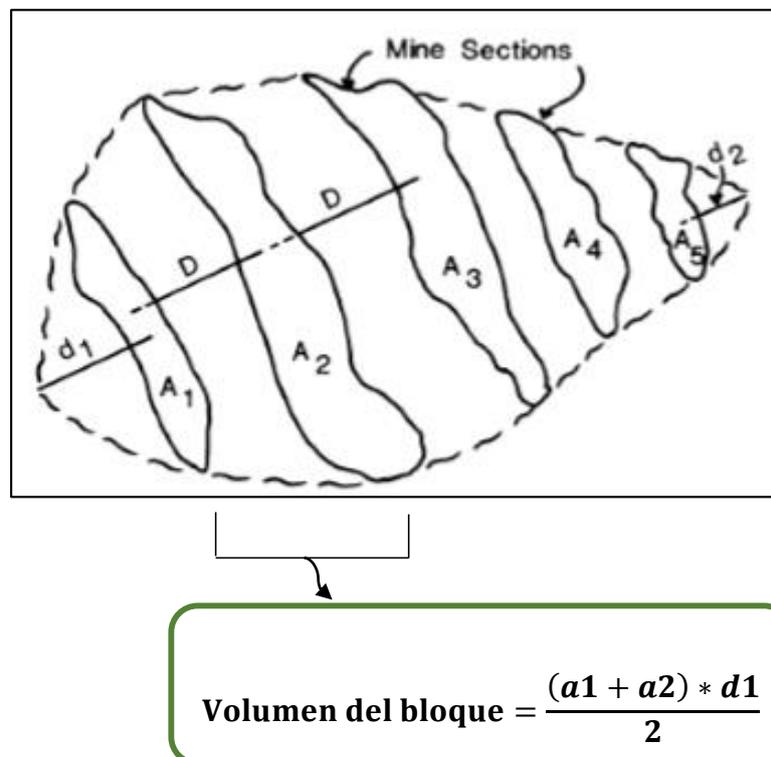


Figura 3 Determinación del volumen del depósito mineral por secciones

Fuente: Velarde, 2016

Geología

Lara (2007) define geología como la ciencia que estudia la composición y estructura interna y externa de la tierra y los procesos que conllevan a su modificación a los largo del tiempo geológico.

Topografía

Barreto (2012) define topografía como la ciencia que describe de manera precisa un área determinada. Es el arte de medir un lugar en específico de la superficie terrestre para fines de estudio, a raíz de principios y procedimientos teniendo como objetivo una representación gráfica.

Estratigrafía

Según Garay (2017) se refiere a estratigrafía como rama de la geología que describe las rocas estratificadas interpretando ambientes sedimentarios, así también como la identificación y secuencia tanto horizontal como vertical. Encargándose también de la cartografía y correlación de las unidades estratigráficas, teniendo como resultado un registro estratigráfico que determina de continuidad de procesos sedimentarios.

1.3.1.3. Descripción del método de los perfiles

Consiste en trazar perfiles verticales del yacimiento y calcular las reservas de los bloques delimitados por dos perfiles, para luego hallar la cantidad de reserva total.

Este método es aplicable a un yacimiento mineral que tiene su cuerpo mineralizado de desarrollo irregular.

La sucesión de cálculo es el siguiente:

- ✓ Construcción de perfiles
- ✓ Contornear el cuerpo mineral (contorno interno y externo) en el plano.
- ✓ Se dibujan los perfiles a una escala dada, incluyendo en los mismos los resultados del contorneo
- ✓ Se calculan las áreas en los perfiles por su semejanza con figuras geométricas sencillas
- ✓ Se calcula las reservas por bloque multiplicando el volumen del bloque por la distancia del bloque

- ✓ Se calcula la reserva total por sumatoria de la reservas por bloques.

Ventajas e inconvenientes:

- ✓ Visualiza el yacimiento.
- ✓ Aptos para tanteos y precisión.
- ✓ Representación gráfica de la explotación.
- ✓ Puede combinarse con otros métodos.
- ✓ La investigación debe ser regular.
- ✓ Los perfiles se pueden construir a partir de mapas.
- ✓ Las peculiaridades locales se deben reflejar.
- ✓ Pueden hacerse perfiles horizontales.

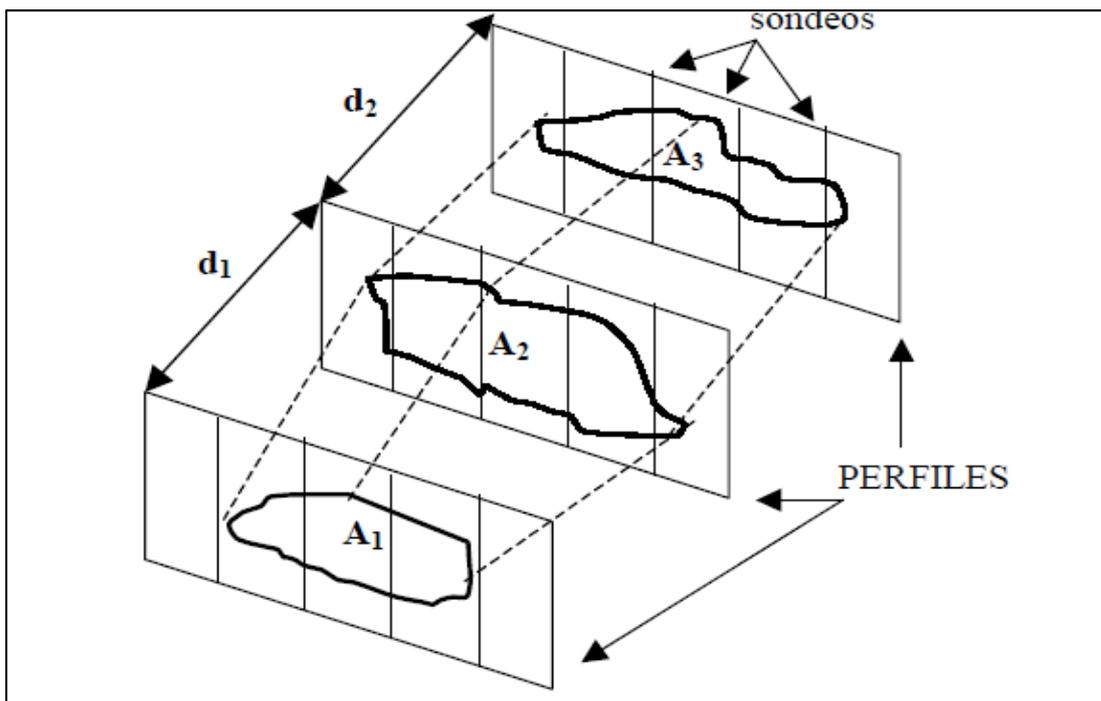


Figura 4 Estimación de reservas por el método de los perfiles

Fuente: Hernández, 2016.p.43

Según Velarde (2016) la metodología del cálculo de reservas por el método de los perfiles apoyándose del software RecMin, conlleva al siguiente cálculo:

$$Volumen\ total = \frac{(a_1 + a_2) * d_1}{2} + \frac{(a_2 + a_3) * d_2}{2} + \dots + \frac{(a_n + a_{n+1}) * d_n}{2}$$

Se halla el cálculo de reserva mineralizada de cada sección, luego se procede a la determinación del volumen de los bloques, se obtiene así las reservas por bloques, sumando estos bloques para tener el resultado de reserva total.

1.3.2. Vida útil

1.3.2.1. Definición

Panto (2013) se refiere a la vida útil de un activo, en este caso de un recurso mineral, haciendo mención al periodo de tiempo durante el cual se espera que contribuya a la generación de ingresos. Aludiendo a la cantidad de reservas que se extrae en un determinado tiempo de la cantera hasta su finalidad del recurso.

1.3.2.2. Determinación de la vida útil

Román (2017) indica que la determinación de la vida útil de un yacimiento mineral tiene relación directa con las reservas explotables, los días hábiles u operativos en el año y el potencial de producción, obteniéndose mediante la siguiente ecuación:

$$T.\text{vida útil} = \frac{V.\text{reservas explotables}}{D \times P}$$

En donde:

T. vida útil: Tiempo de vida útil de la cantera (años)

V. reservas explotables: volumen de reservas explotables en el depósito (m³)

D: Días hábiles u operativos en el año (días)

P: Potencial de producción de la cantera (m³ / día)

1.4. Formulación del problema:

¿Cómo determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe?

1.5. Justificación del estudio

Los motivos o razones que impulsaron la realización del informe fueron de carácter personal y metodológico.

Personal porque hubo una gran iniciativa por conocer a cerca de como existen canteras que realizan sus operaciones con métodos de extracción de forma empírica provocando pérdidas económicas ya sea en los equipos y maquinarias, en los honorarios de los trabajadores no cumpliendo los objetivos, así también como el malgasto de tiempo, como lo dice el autor Jiménez (2018) señalando que en los yacimientos pertenecientes al distrito de Manuel Antonio Mesones Muro – Ferreñafe, realizan sus extracciones de forma experimental dejando mucho que desear la rentabilidad de estos criaderos, puesto que falta mano de obra técnica que ayude a que se convierta en proyectos viables.

Además es metodológico porque se desarrolló la estimación de reservas en el punto uno de la cantera tres tomas – Ferreñafe usando el método de los perfiles el mismo que se tiene que desarrollar a primera instancia construyendo perfiles para luego realizar el cálculo del volumen y las reservas del mineral con ayuda del software RecMin. Así mismo como lo dice el autor Bustillo; López (1997) exponiendo que el método de basa en trazar perfiles verticales del yacimiento y calcular las reservas de los bloques delimitados por dos perfiles. Se aplica a cuerpos mineralizados de forma irregular y que su estudio se halla hecho con sondeos regularmente distribuidos para que permita establecer los cortes.

1.6. Hipótesis

Si se realiza una estimación de reservas por el método de los perfiles, se determinará la vida útil del punto uno de la cantera tres tomas – Ferreñafe.

1.7. Objetivos

1.7.1. General

Realizar la estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del punto uno de la cantera tres tomas – Ferreñafe.

1.7.2. Específicos

- ✓ Analizar la geología local y regional del punto uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe.
- ✓ Realizar un levantamiento topográfico
- ✓ Realizar las calicatas del punto uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe
- ✓ Calcular las reservas de la cantera por el método de los perfiles.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa con el diseño no experimental descriptivo, o transaccional porque está orientado a recoger datos, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) Las investigaciones de carácter descriptivas, indagan acerca de las propiedades esenciales de personas, grupos o cualquier otra situación que sea sometido a investigación detallada, evaluando también dimensiones a investigar.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variable independiente

ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES: Según Agual (2017) lo define como un método clásico que termina el conjunto de recursos de limitado número de un yacimiento mineral mediante cortes o perfiles, el cual calcula las reservas por bloques para luego hallar las reservas totales mediante sumatoria de estos.

2.2.2. Variable dependiente

VIDA ÚTIL: Agual (2017) indicó que al tratarse de recursos minerales no metálicos y desde el punto de vista técnico, la vida útil es el lapso de tiempo durante el cual se espera que los agregados aporten a la recaudación de ingresos.

2.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1 Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	
ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES	TOPOGRAFÍA	COORDENADAS UTM	UTM	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	
	ESTRATIGRAFÍA	CALICATAS	METROS	OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN	
	GEOLOGÍA	LOCAL	FORMACIONES GEOLÓGICAS		OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN
		REGIONAL	FORMACIONES GEOLÓGICAS		OBSERVACIÓN	GUÍA DE OBSERVACIÓN
	ESTIMACIÓN DE RESERVAS	MÉTODO DE LOS PERFILES	METROS		ANÁLISIS DOCUMENTAL	
	POTENCIAL DE PRODUCCIÓN	PRODUCCIÓN DIARIA	METROS CÚBICOS POR DÍA			

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población está conformado por el total de las canteras existentes en el Distrito de Manuel Antonio Mesones Muro ubicadas en la provincia de Ferreñafe.

2.3.2. Muestra

Estuvo conformada por el punto uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe

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

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas empleadas para recolectar toda la información necesaria serán:

A. Observación

Bautista (2009) señala que la observación como técnica de recolección de datos es objetiva, en donde se obtiene información describiendo ambientes, comunidades, zonas, contextos, tomándose en cuenta que debe cuidarse el entrenamiento del observador, ya que de estos dependerá que tenga validez científica.

B. Análisis documental

Bautista (2009) fijó que constituye el estudio de los documentos impresos (libros, actas, memorias, periódicos, revistas etc.), y no impresos (manuscritos, cartas, objetos culturales, etc.), lo cual contribuye a la comprensión de problemas sociales a los que se refieren.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

2.4.2.1. Guía de observación

- ✓ **Geología local:** Se adjuntará un formato en el cual se ingresará información detallada de la formación geológica local según la ubicación del lugar de estudio (ANEXO 2).
- ✓ **Geología regional:** Se adjuntará un formato en el cual se ingresará información detallada de la formación geológica regional según la ubicación del lugar de estudio (ANEXO 2).
- ✓ **Levantamiento topográfico:** Se adjuntará un formato en el cual se ingresarán datos recopilados de campo con el fin precisar el área a estudiar obteniendo un plano topográfico (ANEXO 2).
- ✓ **Calicatas:** Se adjuntará un formato en el cual se ingresará información describiendo cada una de las calicatas hechas con el objetivo de poder realizar la estimación de reservas por el método de los perfiles, siendo las calicatas importantes para la aplicación de este método. (ANEXO 2).

2.4.3. Validez y confiabilidad

Las técnicas e instrumentos que se ha considerado en esta investigación, han sido analizados por profesionales expertos en la materia para su posterior aprobación y validación (ver en anexo 2), asegurando una medición precisa del objeto de estudio planteado. De la misma manera los criterios tomados en cuenta, tendrá resultados consistentes en el análisis de datos y los resultados obtenidos.

2.5. Procedimiento

✓ Análisis de la geología local y regional

Análisis de la geología local

Se ingresa a la Intranet de INGEMMET, se descarga en formato shp desde el portal GEOCATMIN la carta geológica de la concesión de derecho minero del punto uno de la cantera TRES TOMAS, mediante un polígono se precisa el perímetro de la concesión el cual este detalla información sobre las formación geológica local.

Análisis de la geología regional

Se ingresa a la Intranet de INGEMMET, se descarga en formato shp desde el portal GEOCATMIN la carta geológica de la región de Lambayeque, detallando información precisa sobre las formaciones geológicas que ha sufrido la región.

✓ Realización de un levantamiento topográfico

Se realizará una visita técnica al punto uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe, con el fin de recolectar información para precisar el perímetro el área de estudio, el cual se ubicarán puntos rodeando la zona, tomando datos de las coordenadas UTM norte y este, así también como su altura. A continuación llevarán estos datos a los siguiente software: al AutoCAD versión estudiante para tener el plano topográfico de la zona a estudiar, de la misma manera al Google Earth y Global Mapper versión estudiante para obtener las curvas de nivel del área de estudio.

✓ Realización de las calicatas

Se llevará a cabo la realización de calicatas, se analizarán y se dará inicio a la realización de perfiles estratigráficos para su estudio, facilitando así la estimación de reservas.

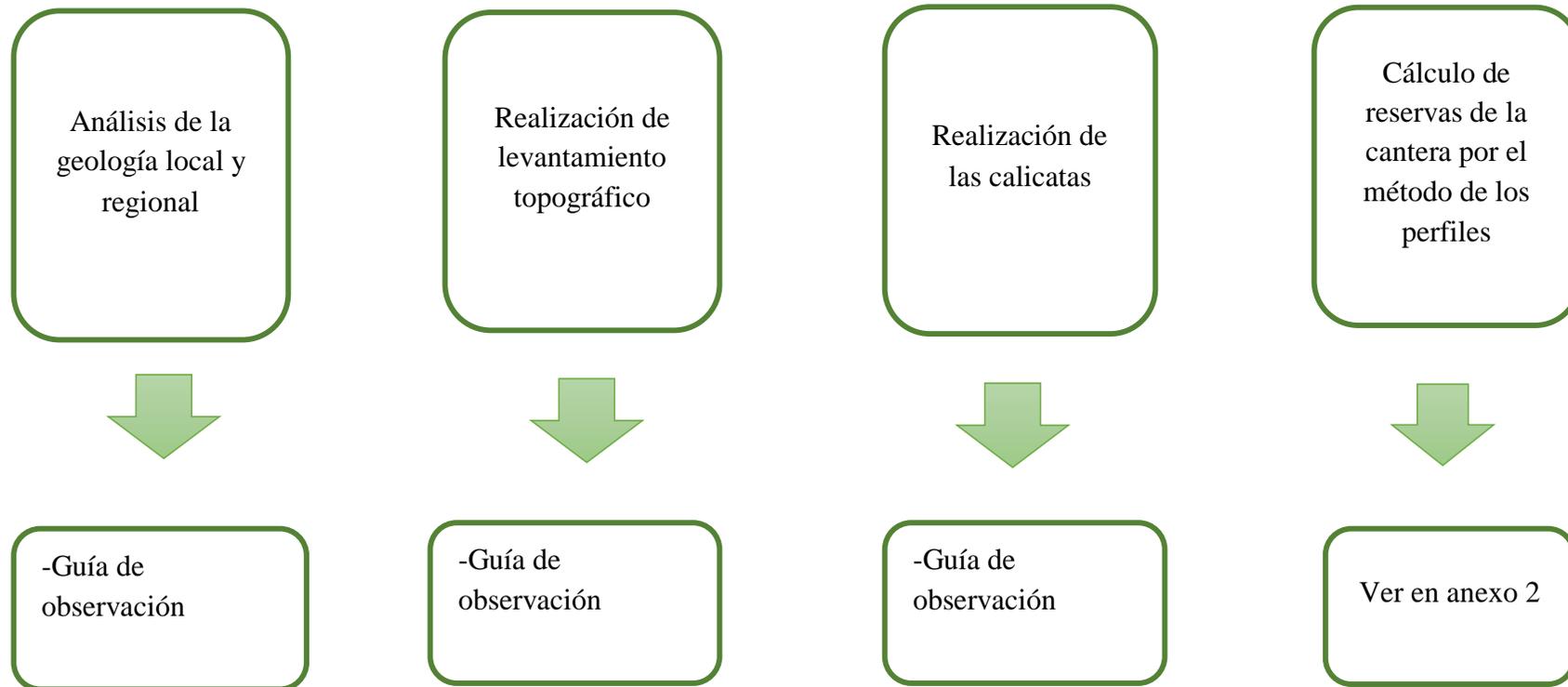
✓ **Cálculo de reservas de la cantera con el método de los perfiles**

En base a las calicatas identificadas y los perfiles estratigráficos desarrollados, con apoyo del software SAS Planet se podrá georreferenciar las imágenes en alta calidad y con ayuda del software RecMin se podrá calcular las reservas de la cantera.

A raíz de esto se obtendrá la vida útil con los datos obtenidos de reservas explotables, su potencial de producción y sus días hábiles operativos.

2.6. Método de análisis de datos

Diagrama de procesos



2.7. Aspectos éticos

Manejo de fuentes de consulta

Partiendo de principios y ética, el gerente general de la empresa TRES TOMAS está completamente informado de la realización de este proyecto en su empresa. Se utilizó fuentes de consulta de información primaria y obras de consulta siendo estas fuentes de información inmediata con el fin de realizar aportaciones a la investigación.

Claridad de los objetivos de la investigación

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se recolectará a primera instancia información detallada sobre el área a estudiar, precisando los objetivos que se desarrollarán con claridad.

Trasparencia de los datos obtenidos

Los datos obtenidos en este proyecto de investigación son transparentes y reales, adquiridos mediante instrumentos técnicos y profesionales.

Confidencialidad

El proyecto de investigación tendrá un fin netamente académico, respetando la confidencialidad de los datos y resultados obtenidos.

Profundidad en el desarrollo del tema

Se indagó información basta respecto a estimación de reservas por el método de los perfiles para tener un enfoque profundo en el desarrollo del tema y dar claridad a los objetivos de la investigación.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de la geología local y regional

3.1.1. Geología regional

Se ingresó a la Intranet de INGEMMET, se descargó en formato shp desde el portal GEOCATMIN la carta geológica de la región de Lambayeque, detallando información precisa sobre las formaciones geológicas que ha sufrido la región como se muestra a continuación:

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	DEPÓSITO FLUVIAL RECIENTE	Qr-fl
			DEPÓSITO EÓLICO RECIENTE	Qr-e
			DEPÓSITO MARINO RECIENTE	Qr-m
		HOLOCENO	DEPÓSITO FLUVIO - ALUVIAL	Qh-fal
			DEPÓSITO ALUVIAL	Qh-al
			DEPÓSITO MARINO - LACUSTRE	Qh-ml
			DEPÓSITO COLUVIAL	Qp-co
		PLEISTOCENO	DEPÓSITO ALUVIAL ANTIGUO	Qp-co
			TABLAZO TALARA	Qp-tt
	NEÓGENO	PLIOCENO/MIOCENO	VOLCÁNICO HUAMBOS	Np-vh
	PELEÓGENO	OLIGOCENO	VOLCÁNICO PORCULLA	Po-vp
PALEOCENO		VOLCÁNICO LLAMA	Pp-vll	
MESOZOICO	CRETÁCEO	SUPERIOR	VOLCÁNICO LICURNIQUE	Ks-vl
		MEDIO	GRUPO PULLUICAN Y QUILQUIÑAN	Km-pq
			FORMACIONES INCA, CHÚLEC Y PARIATAMBO	Km-ichp
		INFERIOR	GRUPO GOYLLARISQUIZGA	Ki-g
	JURÁSICO	SUPERIOR	FORMACIÓN TINAJONES	Jki-t
		MEDIO	VOLCÁNICO OYOTÚN	J-vo
		INFERIOR	FORMACIÓN SÁVILA	Ji-s

Figura 5 Geología regional

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

3.1.1.1. Eratema cenozoico

La descripción de la geología regional está constituida por formaciones rocosas volcánicas, sedimentarias y metamórficas cuyas edades encontramos desde el sistema cuaternario hasta el paleógeno. En el sistema cuaternario, serie reciente encontramos el depósito fluvial reciente, cuya descripción litológica está constituido por grava, gravilla, arena, cantos, sedimentos y matriz de arena limosa; así también encontramos el depósito eólico reciente, constituido por arena fina de cuarzo y en menor proporción minerales ferromagnesianos; de la misma manera existe el depósito marino reciente, constituido por gravas y gravillas sueltas, y en algunos sectores gravas redondeadas. En la serie holoceno se halló el depósito fluvio-aluvial, la cual se encontró canto rodado, bloques de roca, gravas subredondeada; El depósito aluvial está constituido por matriz areno-limosas, arena, grava, gravilla; Existe también el depósito marino-lacustre la cual está constituida por sedimentos de granulometría fina, limos, arcilla, arenas. En la serie pleistoceno se encontró el depósito coluvial, conformada por conformada por grandes bloques de gravas y arenas; así también como el depósito aluvial antiguo, constituida por sedimentos de cantos, grava y arena en una matriz arcillosa; existe también la unidad estratigráfica tablazo talara la cual está conformada por sedimentos acumulados en un ambiente marino, depósito de conglomerados, arenisca. En el sistema neógeno, serie plioceno-mioceno, se halló la unidad estratigráfica volcánico Huambos, la cual está constituida por rocas volcánicas, tobas y brechas de composición ácida. En el sistema paleógeno, serie oligoceno se encontró la unidad estratigráfica volcánico Porculla, compuesta por cuarzo en una matriz fina; así también en la serie paleoceno, se halló la unidad estratigráfica volcánico llama, constituida por dacitas y andesitas que afloran irregularmente.

3.1.1.2. Eratema mesozoico

En el sistema cretáceo, serie superior, existe la unidad estratigráfica volcánico licurnique compuesta por cuarcitas blancas; en la serie medio, se encontró la unidad estratigráfica del grupo Pulluican y Quilquiñán, la cual consiste calizas areniscas generalmente bien estratificados, así también la unidad estratigráfica de formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo, la cual la formación inca consiste en areniscas y lutitas, la formación chúlec y pariatambo en lutitas y calizas; en la serie inferior se encontró el grupo Goyllarisquizga, conformada por una secuencia de cuarcitas blanquecinas y marrones de grano medio a grueso; de la misma manera existe la formación tinajones, constituida por lutitas, niveles de cuarzosas, conglomerados cuarcíticos. En el sistema jurásico la serie superior también está conformada por la formación tinajones ya descrita anteriormente. La unidad estratigráfica volcánico Oyotún, está dentro de la serie superior y medio, constituida por lavas de andesitas y dacitas con estratos medianos a gruesos. Terminando con la serie inferior, con unidad estratigráfica de formación savila, conformada por areniscas de grano grueso a medio.

.La superficie territorial ocupada por la región, muestra un complejo tectonismo y una estratigrafía diferenciada, que ha dado lugar a un relieve, conformado por rocas de diferentes edades y constitución litológica. Se puede observar el plano en el Anexo 3.

3.1.2. Geología local

Se ingresó a la Intranet de INGEMMET, se descarga en formato shp desde el portal GEOCATMIN la carta geológica de la concesión de derecho minero del punto uno de la cantera TRES TOMAS, mediante un polígono se precisa el área de la concesión el cual este detalla información sobre la formación geológica local, como se muestra en el siguiente cuadro:

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	DEPÓSITO ALUVIAL RECIENTE	Qr-al
			DEPÓSITO EÓLICO RECIENTE	Qr-e
MESOZOICO	CRETÁCEO	INFERIOR	GRUPO GOYLLARISQUIZGA	Ki-g
	JURÁSICO	SUPERIOR	FORMACIÓN TINAJONES	JKi-t

Figura 6 Geología local

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

3.1.2.1. ERATEMA CENOZOICO

En el sistema cuaternario encontramos la serie reciente con 2 depósitos como unidad estratigráfica, el depósito aluvial reciente la cual está constituida por cantos redondeados y subredondeados, en una matriz arena-limosa; y el depósito eólico reciente, conformada por arena fina de cuarzo con fragmentos de roca.

3.1.2.2. ERATEMA MESOZOICO

El sistema cretáceo presenta una serie inferior con unidad estratigráfica del grupo Goyllaqisquizga, constituida por una secuencia de cuarcitas blanquecinas y marrones de grano medio a grueso de ambiente eólico y fluvial. Así también como la formación de tinajones. De la misma manera el sistema jurásico, con serie superior, se encontró la unidad estratigráfica de formación tinajones constituida por lutitas, niveles de areniscas cuarzosas.

3.2. Elaboración de un levantamiento topográfico

Se realizó la visita técnica a la cantera y se hizo la toma de coordenadas UTM en WGS 84 (World Geodetic System) con un GPS modelo Maps 62s precisando el área de estudio, llevando estos puntos a un plano topográfico, se obtuvo los siguientes puntos:

Tabla 2 Toma de coordenadas para el levantamiento topográfico

COORDENADAS WGS 84 DEL PUNTO UNO DE LA CANTERA TRES TOMAS - FERREÑAFE				
N°	Este	Norte	Altura	Descripción
1	642635	9267024	72m	Ubicada a 2 metros de la caseta de control
2	642616	9266979	72m	Existencia de abundante arbusto
3	642626	9266969	71m	Localizado a 4m de la casa comedor
4	642617	9266947	71m	Existencia de abundante arbusto
5	642714	9266904	70m	Ubicado a 2m del lugar de descanso
6	642739	9266907	71m	Existencia de poca vegetación
7	642757	9266950	70m	Ubicado a 4m de la trocha
8	642718	9266988	70m	Ubicado a 3m de la trocha

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

Con estos puntos obtenidos se elaboró el plano topográfico en el software AutoCAD como versión estudiante, permitiéndonos de esta manera tener a detalle el área y perímetro del área a estudiar, las cuales son: 10075.50 m² y 409.58m respectivamente.

Se procedió a obtener las curvas de nivel, para esto se utilizó dos softwares, los cuales fueron SAS Planet y Global Mapper versión estudiante, en principio se utilizó SAS Planet para obtener imágenes georreferenciadas en alta calidad, y Global Mapper versión estudiante, para obtener las curvas de nivel, para el presente trabajo de investigación se realizaron curvas de nivel cada 1 metro. Se visualizó que el lugar de estudio tiene como altura máxima 72 m y como altura mínima tiene 70 m. Se puede ver el plano topográfico en el anexo 4.



Figura 7 Curvas de nivel cada 1 metro

Fuente: Global Mapper

3.3. Realización de las calicatas

Con la visita técnica a la cantera Tres Tomas se procedió a la realizar 6 calicatas con monitoreo del encargado: El Sr. Juan Carlos Siesquen Guevara, el cual esto se llevó a cabo con un cargador frontal 950H, tomando también las coordenadas WGS 84 de cada calicata, con un GPS modelo Maps 62S. Con esto también se visualizó la distribución del material que se encuentra en la cantera.

A continuación se muestra en el cuadro las coordenadas obtenidas de las calicatas:

Tabla 3: Toma de coordenadas para calicatas

COORDENADAS WGS 84 DE LAS CALICATAS DEL PUNTO UNO DE LA CANTERA TRES TOMAS - FERREÑAFE			
N°	Este	Norte	Altura
1	642656	9267010	68m
2	642639	9266809	69m
3	649656	9266951	71m
4	642696	9266957	68m
5	642719	9266967	70m
6	642711	9266920	69m

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

Analizando cada calicata realizada, podemos observar a detalle el perfil estratigráfico como se muestra a continuación:

CALICATA N° 01

Tiene una altura de 2.10 m, la cual la parte superior cuenta con una capa de 50 cm de conglomerado el cual consiste en gravas mal graduada con mezcla de grava-arena. A continuación presenta una capa de 80cm la cual contiene arenas limosas, mezclas de arena y limo, seguido de 80cm de gravas sub redondeadas con arena limosa.

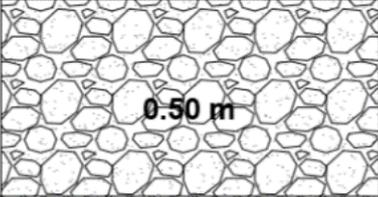
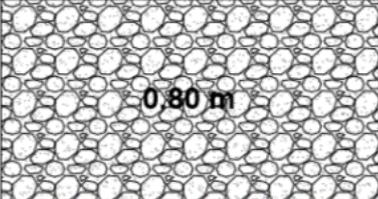
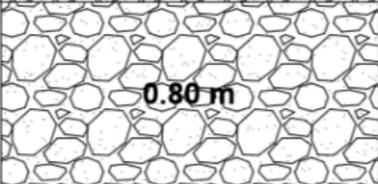
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS			
CALICATA N°1	SITUACIÓN: Cantera Tres Tomas	COORDENADAS WGS84	X:642656 Y:9267010 Z:68m
Fecha: 10/05/19			
ALTURA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
2.10 m			Grava mal graduada, mezcla grava- arena
			Arenas limosas, mezclas grava-arena
			Grava sub-redondeadas con arena limosa

Figura 8 Calicata 1

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

CALICATA N° 02

Tiene una altura de 1.90m, empieza con una capa de 47cm que contiene grava graduada, grava-arena con pocos finos. Luego contiene una capa de 63cm con arenas mal graduadas, arena con grava, seguido de 80cm de gravas limosas, mezclas de grava arena limo.

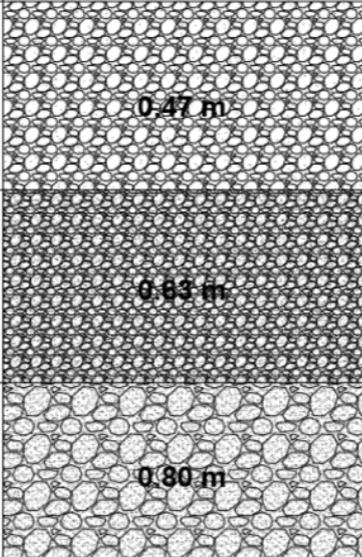
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS			
CALICATA N°2	SITUACIÓN: Cantera Tres Tomas	COORDENADAS WGS84	X:642639 Y:9266809 Z:69m
Fecha: 10/05/19			
ALTURA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
1.90 m		 0.47 m	Grava graduada, grava-arena con pocos finos
		0.63 m	Arena mal graduada, arena con grava
		0.80 m	Grava limosa, mezcla grava-arena-limo

Figura 9 Calicata 2

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

CALICATA N° 03

Tiene una altura de 1.75m, empieza con una capa de conglomerados de 68cm de arenas medias con presencia de grava, luego una capa de 37cm de grava sub redondeada con arenas limosas, a continuación una capa de 70cm de gravas en matriz de arena limosa de baja compacidad.

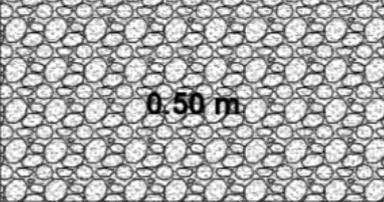
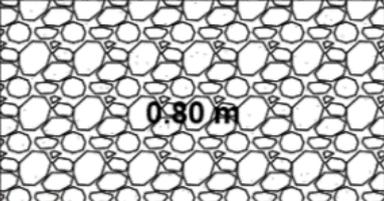
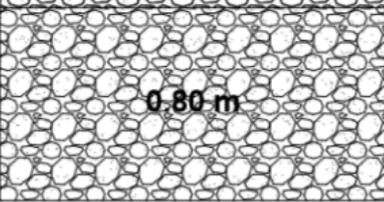
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS			
CALICATA N°3	SITUACIÓN: Cantera Tres Tomas	COORDENADAS WGS84	X:649656 Y:9266951 Z:71m
Fecha: 10/05/19			
ALTURA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
1.75 m		 0.50 m	Arenas medias con presencia de grava
		 0.30 m	Grava sub-redondeada con arena limosa
		 0.80 m	Grava en matriz de arena limosa con baja compacidad

Figura 10 Calicata 3

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

CALICATA N° 04

Tiene una altura de 2.34m, la primera capa de 89cm contiene gravas bien graduadas con mezclas de arena-grava y pocos finos, enseguida hay una capa de 76cm de gravas limosas, mezcla arena-limo, luego 69cm de arena graduada y arena con grava.

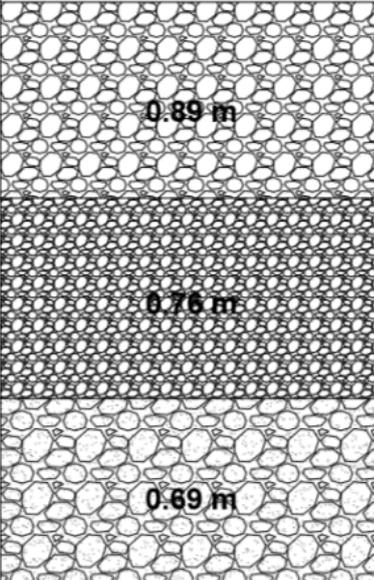
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS			
CALICATA N°4	SITUACIÓN: Cantera Tres Tomas	COORDENADAS WGS84	X:642696 Y:9266957 Z:68m
Fecha: 10/05/19			
ALTURA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
2.34 m		 0.89 m	Grava bien graduada, mezcla arena-grava, con pocos finos
		0.76 m	Grava limosa, mezcla arena-limo
		0.69 m	Arena graduada, arena con grava

Figura 11 Calicata 4

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

CALICATA N° 05

Tiene una altura de 2.57m, la primera columna de 93cm contiene arenas mal graduadas, arenas con grava y pocos finos, la siguiente columna de 84cm contiene una capa de arenas limosas, mezclas de arena y limo, y luego contiene una columna de 80cm con gravas mal graduadas, mezclas grava-arena.

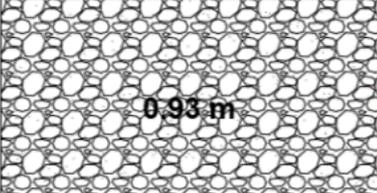
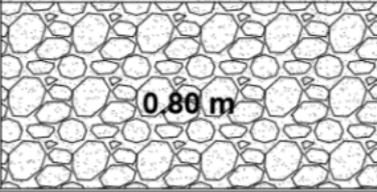
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS			
CALICATA N°5	SITUACIÓN: Cantera Tres Tomas	COORDENADAS WGS84	X:642719 Y:9266967 Z:70m
Fecha: 10/05/19			
ALTURA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
2.57 m		 0.93 m	Arena mal graduada, arena con grava, pocos finos
		 0.84 m	Arena limosa, mezcla arena-limo
		 0.80 m	Grava mal graduada, mezcla grava-arena

Figura 12 Calicata 5

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

CALICATA N° 06

Tiene una altura de 1.97m, la cual la primera columna contiene arenas limosas, mezclas de arena y limo, seguido de otra columna de 81cm de gravas graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos y a continuación una columna de 49cm de gravas mal graduadas, mezclas grava-arena.

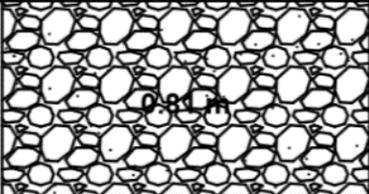
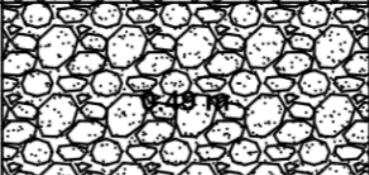
DESCRIPCIÓN DE CALICATAS			
CALICATA N°6	SITUACIÓN: Cantera Tres Tomas	COORDENADAS WGS84	X:642711 Y:9266920 Z:69m
Fecha: 10/05/19			
ALTURA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
1.97 m			Arena limosa, mezcla de arena y limo
			Grava graduada, mezcla grava-arena, pocos finos
			Grava mal graduada, mezcla grava-arena

Figura 13 Calicata 6

Fuente: Guía de observación, elaboración propia

3.4. Cálculo de reservas de la cantera por el método de los perfiles

Obtenidas las curvas de nivel en el levantamiento topográfico, mediante un modelo de elevación digital, se procedió a importar las curvas de nivel en el software RecMin, y en función de los puntos delimitados de la zona de explotación y de la información recabada en las calicatas se modeló la cantera. Ver anexo 3

Luego se procedió a calcular el volumen de la capa de material, aplicando el método de los perfiles, disponible en las herramientas del software RecMin, el cual consiste en dividir en perfiles el cuerpo del material a una determinada distancia o espacio entre cada perfil, según sea la morfología del cuerpo del material, estas secciones pueden ser horizontales, verticales, etc. En función a esto se detalló en diferentes tipos de vistas la cantera con las reservas obtenidas, se puede observar estos planos en el anexo 3.

La metodología utilizada por el software RecMin para calcular las reservas por el método de los perfiles es el siguiente:

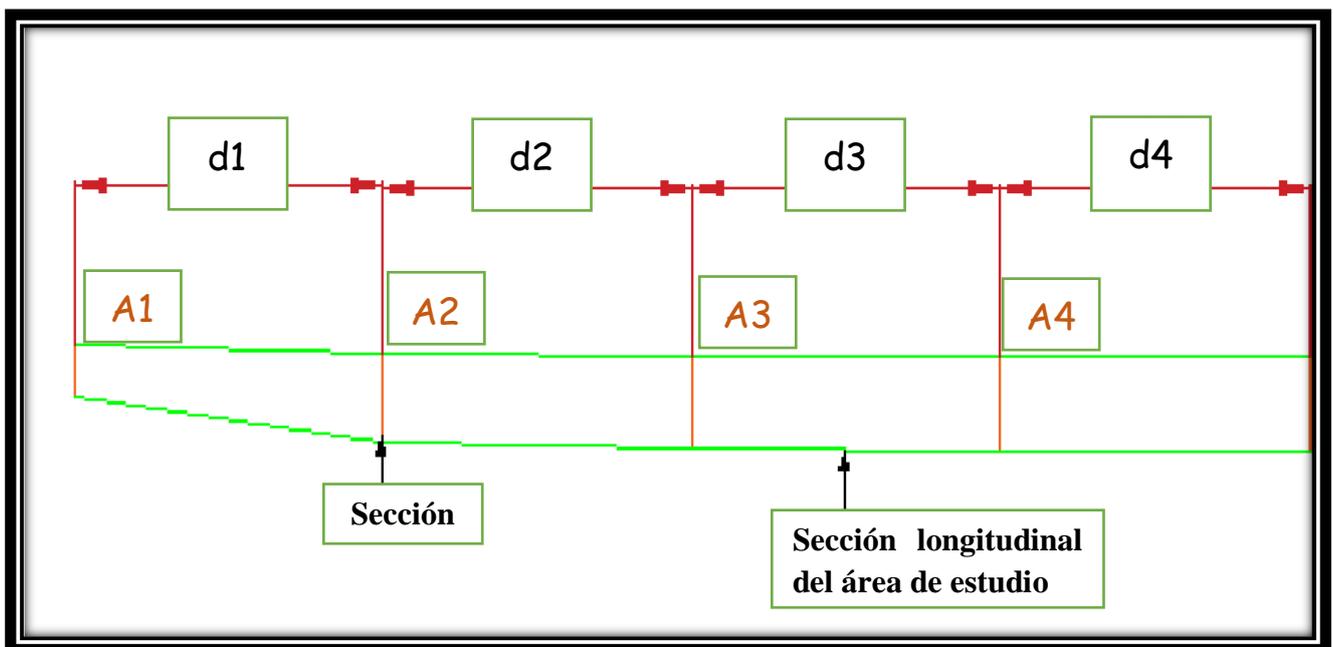


Figura 14 Método del software RecMin

Fuente: Software RecMin

El software calcula el volumen por bloques o volumen parcial que se encuentra entre cada sección y la suma de todos estos da un volumen total.

El algoritmo matemático que utiliza el software RecMin es el siguiente:

$$V_{total} = \frac{(a_1 + a_2) * d_1}{2} + \frac{(a_2 + a_3) * d_2}{2} + \dots + \frac{(a_n + a_{n+1}) * d_n}{2}$$

El material que se pudo apreciar en las calicatas es de grava y arena y el perfil estratigráfico fue 2.1 metros, a continuación se procede a detallar las reservas probadas y probables.

3.4.1. Cálculo de reservas probadas y probables

3.4.1.1. Reservas probadas

Para el cálculo de las reservas probadas se tomó en cuenta que la potencia de la capa de material es de 2.1 metros de material en un área de 10075.50 m² (1.00755 hectáreas) según el levantamiento topográfico, también se tomó en cuenta una distancia entre cada perfil de 10 metros. A continuación se muestra el cuerpo del material obtenido en el software RecMin:

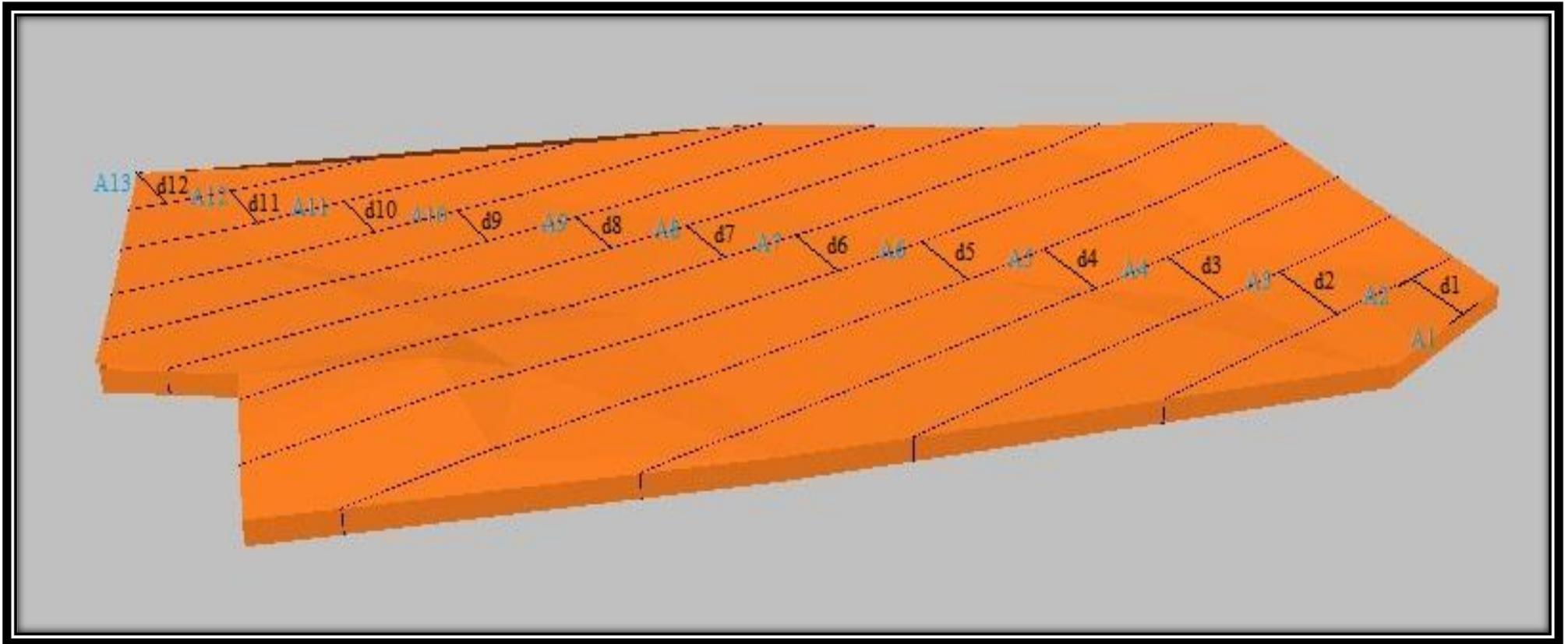


Figura 15 Reservas probadas - cuerpo de mineral

Fuente: Software RecMin

Se detalló el volumen de cada bloque para luego obtener el volumen total como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4: Volumen por secciones de las reservas probadas

SECCIÓN O PERFIL	ÁREA (m)	DISTANCIA (m)	VOLUMEN DEL BLOQUE(m)	VOLUMEN TOTAL (m)
0	0			
1	104.44	10	522.2	522.2
2	138.55	10	1,214.95	1,737.15
3	167.68	10	1,531.15	3,268.30
4	216.98	10	1,923.30	5,191.60
5	231.95	10	2,244.65	7,436.25
6	207.28	10	2,196.15	9,632.40
7	173.73	10	1,905.05	11,537.45
8	146.87	10	1,603.00	13,140.45
9	111.06	10	1,289.65	14,430.10
10	74.5	10	927.8	15,357.90
11	46.55	10	605.25	15,963.15
12	1.41	10	239.8	16,202.95
13	0	0.27	0.19	16,203.14

Fuente: Elaboración propia

Aplicación del software matemático que desarrolla el software RecMin:

$$V_{total} = \frac{(0 + 104.44) * 10}{2} + \frac{(104.44 + 138.55) * 10}{2} + \frac{(138.55 + 167.68) * 10}{2} + \frac{(167.68 + 216.98) * 10}{2} + \dots + \frac{(1.41 + 0) * 10}{2}$$

$$V_{total} = 16,203.14 \text{ m}^3$$

Se obtuvo un total de 16,203.14 m³ de reservas probadas entre grava y arena.

3.4.1.2. Reservas probables

Para el cálculo de las reservas probables se tomó en cuenta que la potencia de la capa de material es de 2.1 metros de material en un área de 50.000 m² (5 hectáreas), también se tomó en cuenta una distancia entre cada perfil de 20 metros. A continuación se muestra el cuerpo del material obtenido en el software RecMin:

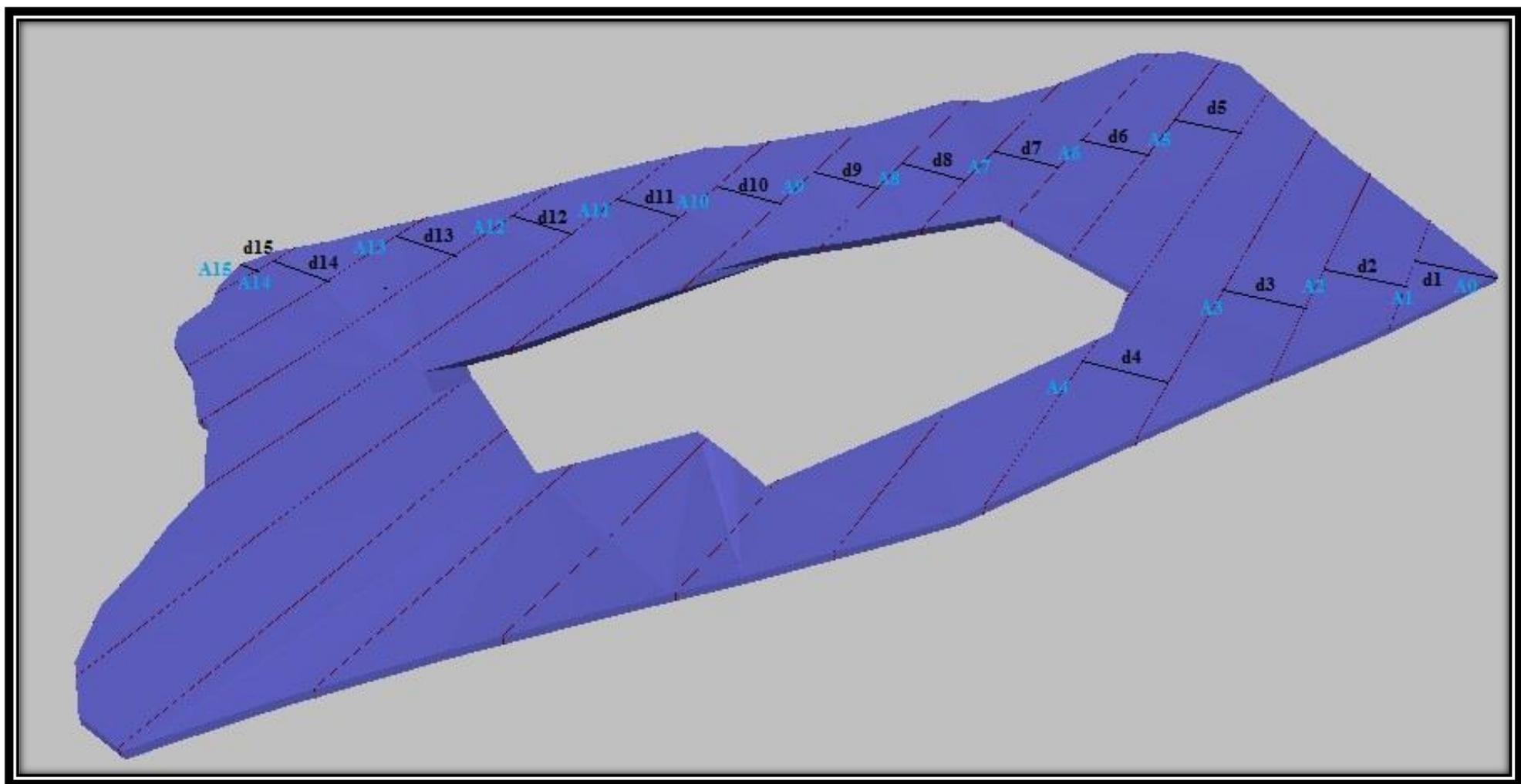


Figura 16 Reservas probables

Fuente: Software RecMin

Se detalló el volumen de cada bloque para luego obtener el volumen total como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 5: Volumen por secciones de las reservas probables

SECCIÓN O PERFIL	ÁREA (M)	DISTANCIA (M)	VOLUMEN POR BLOQUE (M)	VOLUMEN TOTAL (M)
0	0.01			
1	135.63	20	1,356.40	1,356.40
2	265.13	20	4,007.60	5,364.00
3	393.37	20	6,585.00	11,949.00
4	393.37	20	7,867.40	19,816.40
5	393.37	20	7,867.40	27,683.80
6	393.37	20	7,867.40	35,551.20
7	393.37	20	7,867.40	43,418.60
8	393.37	20	7,867.40	51,286.00
9	393.37	20	7,867.40	59,153.39
10	383.52	20	7,768.85	66,922.24
11	373.66	20	7,571.75	74,493.99
12	267.02	20	6,406.80	80,900.79
13	176.96	20	4,439.80	85,340.59
14	59.89	20	2,368.50	87,709.09
15	0	6.39	191.35	87,900.44

Fuente: Elaboración propia

Aplicación del software matemático que desarrolla el software RecMin:

$$V_{total} = \frac{(0.01 + 135.63) * 20}{2} + \frac{(135.63 + 265.13) * 20}{2} + \frac{(265.13 + 393.37) * 20}{2} + \frac{(393.37 + 393.37) * 20}{2} + \dots + \frac{(59.89 + 0) * 20}{2}$$

$$V_{total} = 87,900.44 \text{ m}^3$$

Se obtuvo un total de 87,900.44 m³ de reservas probables entre grava y arena.

3.4.2. Vida útil

Se determinó la vida útil del depósito. El ritmo de producción es de 432 m³ al día tomando en cuenta el rendimiento teórico de la retroexcavadora CAT 950H que trabaja en la concesión. Así también se consideró que se trabajan 6 días a la semana, estos datos fueron obtenidos del Sr. Juan Carlos Siesquén Guevara, siendo el dueño y jefe de la concesión.

A continuación se detalla el ritmo de producción:

3.4.2.1. Potencial de producción

a. Retroexcavadora 950H

- ✓ Marca: CAT
- ✓ Capacidad de Cuchara: 3.1 m³

Ciclo de extracción de la retroexcavadora

$$TR = TLL + TD + TM$$

En dónde:

- ✓ TR = Tiempo del ciclo de la retroexcavadora
- ✓ TLL = Tiempo de llenado de cuchara
- ✓ TD = Tiempo de descarga
- ✓ TM = Tiempo de maniobra

$$TR = 60\text{seg} + 30\text{seg} + 30\text{seg}$$

$$TR = 2 \text{ min}$$

b. Camión Tolva

- ✓ Marca: MAN
- ✓ Capacidad: 15 m³,
- ✓ Modelo: TGS33350

Ciclo de extracción del camión tolva

$$TCC = TC + TVC + TVV + TMD + TD$$

En dónde:

- ✓ TCC = Tiempo del ciclo del camión
- ✓ TC = Tiempo de carguío
- ✓ TVC = Tiempo de viaje cargado
- ✓ TVV = Tiempo de viaje vacío
- ✓ TMD = Tiempo de maniobra de descarga
- ✓ TD = Tiempo de descarga

$$TCC = 190\text{seg} + 190\text{seg} + 160\text{seg} + 45\text{seg} + 45\text{seg}$$

$$TCC = 10 \text{ min } 30 \text{ seg}$$

El camión solo es llenado al 90%, esto significa que se colma con 13.5 m³

c. Ciclo de extracción

- ✓ La retroexcavadora realizó 5 viajes en llenar el camión tolva:

$$2 \text{ min} \times 5 \text{ viajes} = 10 \text{ min}$$

- ✓ Tiempo que demoró el camión en viajar a la zaranda:

$$9 \text{ seg}$$

- ✓ Tiempo de descargue de material en la zaranda:

$$2 \text{ min}$$

- ✓ Tiempo que demoró el camión en viajar de la zaranda a la zona de extracción:

$$6 \text{ seg}$$

- ✓ Tiempo de posicionamiento para extracción del material:

$$1 \text{ min}$$

- ✓ Tiempo total del ciclo de extracción del material:

$$\text{Tiempo total} = 10 \text{ min} + 9 \text{ seg} + 2 \text{ min} + 6 \text{ seg} + 1 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo total} = 13 \text{ min } 15 \text{ seg}$$

- ✓ Se realizó 4 viajes en 1 hora

$$13 \text{ min } 15 \text{ seg} \times 4 = 55 \text{ min}$$

Por lo tanto:

$$\text{Demora } 55 \text{ min en extraer } 54 \text{ m}^3$$

- ✓ Producción al día:

Se consideró que al día se trabaja 8 horas

$$54 \text{ m}^3 \times 8 \text{ hr} = 432 \text{ m}^3$$

- ✓ Producción al mes:

Se consideró que al mes se trabaja 24 días.

$$432 \text{ m}^3 \times 24 = 10368 \text{ m}^3$$

- ✓ Producción al año:

Se consideró que al año se trabaja 288 días.

$$10368 \text{ m}^3 \times 12 = 124416 \text{ m}^3$$

El cálculo de la vida útil se aplicó con la siguiente fórmula según el autor Román (2017):

$$\textit{Tiempo de vida útil} = \frac{\textit{Volumen de las reservas explotables}}{\textit{Días hábiles} \times \textit{Potencial de Producción}}$$

En donde:

T. vida útil: Tiempo de vida útil de la cantera (años)

V. reservas explotables: volumen de reservas explotables en el depósito (m3)

D: Días hábiles u operativos en el año (días)

P: Potencial de producción de la cantera (m3 / día)

Por lo tanto:

Reservas Probadas

$$\textit{Tiempo de vida útil} = \frac{16,203.14}{288 \times 432}$$

$$\textit{Tiempo de vida útil de las reservas probadas} = 0.1302 \text{ años} = 1 \text{ mes } 13 \text{ días}$$

Reservas Probables

$$\textit{Tiempo de vida útil} = \frac{87,900.44}{288 \times 432}$$

$$\textit{Tiempo de vida útil de las reservas probables} = 0.7065 \text{ años} = 8 \text{ meses } 11 \text{ días}$$

Vida útil total del Punto Uno

$$\textit{Tiempo de vida útil total} = 1 \text{ mes } 13 \text{ días} + 8 \text{ meses } 11 \text{ días}$$

$$\textit{Tiempo de vida útil total} = 10 \text{ meses}$$

IV. DISCUSIÓN

- ✓ Los resultados comprobaron la hipótesis planteada, que al realizar una estimación de reservas por el método de los perfiles se determinará la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe. En vista que cuando se realiza el cálculo de reservas se calcula el volumen del material, específicamente por el método de los perfiles lo que ayudó según el autor Román (2017) a calcular la vida útil de una cantera, ya que va de la mano con el volumen de reservas explotables en el depósito.
- ✓ Se concuerda con lo descrito por Jiménez (2018) respecto a la geología regional, lo cual menciona la existencia de depósitos como eólicos, aluviales, siendo estos descritos litológicamente como presencia de arena, grava, limos, así también como las formaciones Inca Chúlec, Pariatambo, grupo Goyllariquizga, formación tinajones, volcánico Oyotún, la cual consiste en presencia de caliza, lutitas, cuarcitas, andesitas, dacitas, según la figura 5.
- ✓ A la hora que se realizó la geología local, se llegó a determinar sus formaciones geológicas, del cual lo que más sorprendió fueron los resultados, por la gran cantidad de grava y arena que prevalece en la zona de estudio, lo cual concuerda con el autor Jiménez (2018) ya que este indica la presencia de unidades estratigráficas como: depósito eólico reciente, depósito aluvial reciente, grupo Goyllariquizga, formación tinajones las cuales tienen como descripción litológica las mencionadas anteriormente, según la figura 6.
- ✓ Tomando en consideración según lo definido por el autor Barreto (2012) que para determinar un área en específica con el fin de tener un plano topográfico, se realiza una serie de procedimientos para ello. Empezando desde la toma de coordenadas por puntos describiendo el área de estudio, hasta vaciarlo al software AutoCAD versión estudiante.

De acuerdo a ello se hizo el levantamiento topográfico con apoyo de un GPS tomando datos de las coordenadas UTM: norte, este y la altura (X, Y, Z). Llevando estos datos a la tabla n°2, luego se realizó el plano del levantamiento topográfico en el software AutoCAD versión estudiante con los puntos recolectados, tal como puede observarse en el anexo 4.

- ✓ La realización de calicatas se realizó con la finalidad para que sirva de apoyo de referencia como puntos estratigráficos para desarrollar el cálculo de reservas por el método de los perfiles. Se realizaron 6 calicatas teniendo una mínima altura de 1.75m y altura máxima de 2.57m describiendo la estratigrafía del terreno, concordando con el autor Agual (2017), el cual expone que para calcular la cantidad de reservas de mineral por el método de los perfiles es necesario la realización de calicatas con la fin de desarrollar perfiles estratigráficos que sirvan de apoyo para calcular las secciones del área de estudio, como se puede observar en la figura 8, 9, 10, 11, 12 y 13.
- ✓ Se realizó el cálculo de las reservas por el método de los perfiles con el fin de obtener el volumen de las reservas tanto probadas como probables, apoyándose del software RecMin, tal como lo indica Agual (2017) que utilizó la misma metodología, apoyándose a primera instancia de las calicatas realizadas para ubicar los perfiles estratigráficos. Para luego hallar las áreas utilizando el software RecMin, siguiendo con el cálculo de volúmenes por cada bloque dado para luego realizar una sumatoria de cada sección, obteniendo un volumen total, tanto de las reservas probadas como probables, como se puede observar en anexo 5.
- ✓ No se concuerda con lo expuesto por Castro (2018) al estimar la vida útil del depósito, ya que para realizar el cálculo, el autor sólo considera las reservas explotables y el potencial de producción. Más no los días hábiles en el año, siendo indispensable este ítem para obtener un dato más preciso.

V. CONCLUSIONES

- ✓ La estimación de reservas utilizando el método de los perfiles permite determinar la vida útil de la cantera, apoyándose de los días hábiles de trabajo y potencial de producción obtenido en las operaciones.
- ✓ En el análisis de la geología local y regional permitió reconocer las unidades estratigráficas presentes, resaltando los depósitos existentes como eólicos y aluviales, siendo estos descritos litológicamente como presencia de arena, grava y limos. El cual es predominante en la costa norte del Perú.
- ✓ El levantamiento topográfico se realizó con el fin de obtener a detalle datos que describen la ubicación exacta del lugar de estudio, obteniendo un área de 10075 m², un perímetro de 409.58 m y un relieve mínimo de 70m y un relieve máximo de 72m.
- ✓ Se realizó calicatas con el fin de determinar el tipo de material presente en la cantera (grava, arena y limo), el espesor de las columnas estratigráficas y principalmente como referencia de perfil estratigráfico para calcular las reservas existentes.
- ✓ El cálculo de las reservas por el métodos de los perfiles se realizó con ayuda del software libre RecMin, el cual se apoyó con los perfiles estratigráficos realizados, dando como resultados una cantidad de reservas probadas 16,203.14 m³ entre grava y arena, y de reservas probables 87,900.44 m³ entre grava y arena. Se obtuvo un potencial de producción de 432 m³ / día y 288 días hábiles al año, obteniendo como vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas 10 meses.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda al titular de la concesión que en base a la investigación realizada y con los parámetros técnicos necesarios, realice un diseño de explotación que mejor le convenga en cuanto a costo, para su explotación de la cantera.
- ✓ Contratar a un ingeniero de minas siendo el profesional técnicamente idóneo, para que se encargue de la planificación del depósito mineral no metálico, éste determinará cuan factible y rentable es su explotación, así también como la secuencia de extracción del material existente. Ya que el encargado es un personal no capacitado que utiliza métodos empíricos.
- ✓ A las empresas dedicadas al rubro de explotación de canteras, se sugiere realizar calicatas como método clásico para calcular las reservas, ya que es el más económico que otros tipos de métodos de estimación de reservas.
- ✓ Que se realice ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio para una posterior secuencia de extracción, una zonificación a nivel geotécnico o factor de seguridad.
- ✓ Se sugiere que el material estéril que se obtiene en las operaciones, tenga un adecuado destino, con el fin evitar la contaminación.
- ✓ Se recomienda al dueño de la cantera, expandir su concesión minera para fines de explotación y explotación ya que según este estudio realizado existe mineral no metálico en la zona.

REFERENCIAS

1. ABREU, Juan. Diseño de un plan de explotación yacimiento de caliza, cantera la gamarra Magdalena, estado Aragua. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2002.
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/294447563/Tesis-Cantera-Caliza-Aragua>
2. AGUAL, Diana. Diseño de explotación integrado de las canteras playa llagchoa y canteras salvador, ubicada en el Canton Ambato, provincia de Tungurahua. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2017.
Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12964>
3. ALVEAR, Christian; LOPEZ, Mónica; PINDO, Juan; PROAÑO, Gastón. Diseño y análisis económico de la explotación a cielo abierto de un yacimiento de caliza. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica Litoral, 2004.
Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/279506021_Disenio_y_analisis_economico_de_la_explotacion_a_cielo_abierto_de_un_yacimiento_de_caliza
4. BENITO, Omar; HUAMAN, Iván. Optimización y modernización en el proceso de obtención de arena de sílice para incrementar la producción en la cantera santa rosa 94-i c.c. Llocllapampa. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014.
Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1335/b.%20CAPITULOS%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. BUENDIA Meza, Cesar. Propuesta de un plan de minado para la Cantera de Agregados San Isidro – Unidad Minera Cobriza. Perú: Universidad Continental, 2018. Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/handle/continental/5203>

6. CABRERA, Milthon. Planificación minera en mina Pucamarca de MINSUR S.A. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2094/1/cabrera_am.pdf
7. CABRERA, Harold; PÉREZ, Elvis. Plan De Minado Superficial Aplicado A La Cantera El Nogal; Tongod - San Miguel. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/12699>
8. CANCHUCAJA, Oscar. Proyecto De Factibilidad De Minado 2007- 2014 De La Cantera De Yeso San Antonio – Tarma. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2007.
Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3153>
9. CASTILLO, Jack. ESTIMACIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS DEL YACIMIENTO AURÍFERO FIDAMI, SANCOS – LUCANAS – AYACUCHO. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8622/Castillo_Vilca_Yack.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. CASTRO, Cristian. Cubicación de reservas de agregados para determinar la vida útil en la cantera la viña Cayaltí – Chiclayo. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30050>
11. CASTRO, Bryan. Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de dolomita “Jajahuasi 2001” de la comunidad campesina Llocllapampa – provincia de jauja. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.
Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1343>

12. CHACCA, Julio. Cálculo de reservas y estimación de recursos minerales de la veta esperanza yacimiento minero San Andrés - puquio Ayacucho. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7303>
13. CHÁVEZ, Ermes. Propuesta de Plan de Minado de la Cantera Los Chancas Iii 5hnos, Distrito Bambamarca, Provincia Hualgayoc, Departamento De Cajamarca. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Cajamarca: Univerdad Nacional de Cajamarca, 2018.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/15029>
14. CORNEJO, Jorge. Optimización en la producción de agregados de construcción – Unidad minera no metálica Jesús de Nazaret. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2015.
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/172/B2-M-18290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. ESTUPIÑAN, Teresa. Diseño y explotación subterránea del nivel A de la mina Expobonanza – San Gerardo Ubicada en el Cantón Pucará Provincia de Azuay. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2002.
Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3386/1/5909.pdf>
16. FERRER, Francisco. Planeamiento De Minado De Largo Plazo Para Proyecto Minero No Metálico. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6812>
17. GUSBIN, José. Cálculo de reserva y recursos de un yacimiento de sienita cuarzosa. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Montevideo: Universidad de la República Uruguay, 1983.
Disponible en: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/42/067/42067654.pdf

18. HERRERA, Christian. Diseño del sistema de explotación de materiales de construcción existentes en la cantera “mina 2”, ubicada en la parroquia Cangahua, cantón Cayambe, provincia de pichincha. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2016.
Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6488/1/T-UCE-0012-11.pdf>
19. HUAMAN, Rafael. Optimización de flota de camiones aplicando programación dinámica – mina Corihuarmi. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2175/1/huaman_sr.pdf
20. IEZZI, Laura. Minería Aurífera a cielo abierto en Argentina. El caso del emprendimiento Veladero, provincia de San Juan. Tesis (Licenciada en geografía). Plata: Universidad Nacional de la Plata, 2011.
Disponible en: <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.423/te.423.pdf>
21. JIMÉNEZ, Lesly. INCREMENTO DE PRODUCCIÓN ELABORANDO UN PLAN DE MINADO EN LA CANTERA Josmar-empresa Mabeisa SAC – FERREÑAFE 2017. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/26653>
22. LUQUE, Juan. Estudio de factibilidad en un proyecto de explotación de rocas y minerales industriales en una mina de perlita. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017.
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3439>
23. MAZA, Yesenia. Estimación de reservas minerales de oro y plata en la veta Karina – Los Pircos, Santa Cruz – Cajamarca. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1532>

24. MAZARI, Mauricio. Propuesta para cambiar el sistema de minado de una cantera de mármol en el municipio de Santiago Acatlán, Puebla. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
Disponible en:
http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8239/Tesis_Rodrigo_Garnica_R%C3%ADos.pdf?sequence=1
25. MEDRANO, Carlos. Metodología de estimación de recursos minerales y reconciliación de reservas de la veta Jimena en el sector norte del batolito de Pataz. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/11185>
26. Mineral Resources Estimation with Data and Parameter Uncertainty. KARPEKOV, Tolonbek. Thesis (Degree in Mine Engineering). Edmonton: University of Alberta, 2016.
Disponible en: https://era.library.ualberta.ca/items/5725beb1-ea46-4821-b958-59bcca242861/view/a8dec1f7-73f9-4f07-83ad-8c073613b8fc/Karpekov_Tolonbek_201604_MSc.pdf
27. MORALES, Pascual. Cocientes metálicos y cálculo de reservas minerales de la veta Cinthia -proyecto minero caracol S.A.C.-barranca-lima. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2014.
Disponible en:
http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2372/Morales_Catata_Pascual_Baylon.pdf?sequence=1
28. MUÑOZ, Carlos. Evaluación de reservas y diseño del sistema de explotación del área minera Mary Elena código: 102317. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2015.
Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5652/1/T-UCE-0012-328.pdf>

29. ORE BODY MODELLING AND COMPARISON OF DIFFERENT RESERVE ESTIMATION TECHNIQUES. MOHARAJ, Manasa. Thesis (Degree in Mine Engineering). India: National Institute of Technology, 2014.
Disponibile en: <http://ethesis.nitrkl.ac.in/6193/1/E-31.pdf>
30. ORTEGA, Pablo. Diseño para la explotación de la cantera de arcilla, barrio Cera- cantón Loja. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Loja: Universidad Técnica Particular de Loja, 2012.
Disponibile en: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/3935>
31. PAREDES, Eduardo. Evaluación de escombreras para la restauración paisajística de una antigua canteras de calizas. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2003.
Disponibile en: http://www.sugeologia.org/documentos/ACTAS%20VI%20CONGRESO%20URUGUAYO/trabajos/020_Paredes_Raul_Eduardo_.pdf
32. PAREDES, Jorge. Evaluación económica para el reinicio de las operaciones mineras Azucocha. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016.
Disponibile en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3953/1/paredes_tj.pdf
33. RAMIREZ, María. Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el Valle de Aburrá. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2008.
Disponibile en: http://www.bdigital.unal.edu.co/950/1/43207166_2009.pdf
34. RODRIGUEZ, Ivan. Cálculo de reservas del macizo rocoso cantera los deseos en el municipio de san juan del cesar- la guajira. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Valledupar: Fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, 2017.
Disponibile en: <http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/bitstream/123456789/1027/1/C%C3%A1lculo%20de%20reservas%20del%20macizo%20rocoso%20cantera%20los%20deseos%20en%20el%20municipio%20de%20san%20Juan%20del%20Cesar%20-%20la%20Guajira.pdf>

35. RUIZ, Yhonny. Aplicación de software libre para la estimación de recursos y para la evaluación técnica económica de las reservas minerales. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2015.
Disponibile en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/975>
36. TOLEDO, Héctor. Desarrollo del proceso de planeación, ejecución y control dentro del área de planeación de planeación de minera la ciénega de nera la ciénega de fresnillo plc. Tesis (Título en Ingeniería de minas).. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.
Disponibile en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9330/tesis.pdf?sequence=1>
37. VALVERDE, Andy. Minado en la compañía minera Santa Luisa S.A. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
Disponibile en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/10898/1/valverde_ga.pdf
38. VASQUEZ, Miguel. Cálculo de reservas para la explotación de la cantera de arena Cachachi, provincia Cajabamba, Cajamarca, 2018. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018.
Disponibile en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13086>
39. VELARDE, Rodolfo. Estimación de recursos de la veta Animas NE7 – Mina Caylloma – Arequipa. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010.
Disponibile en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/9836>

40. VELÁZQUEZ, Claudia. Métodos estocásticos y determinísticos aplicados al cálculo de reservas y volumen original de hidrocarburos. Tesis (Título en Ingeniería de minas). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional, 2017.
- Disponible en:
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21393/M%C3%A9todos%20estoc%C3%A1sticos%20y%20deterministicos%20aplicados%20al%20c%C3%A1lculo%20de%20reservas%20y%20volumen%20original%20de%20hidrocarburos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO N°1: Matriz de Consistencia

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DEL PUNTO UNO DE LA CANTERA TRES TOMAS - FERREÑAFE	¿Cómo determinar la vida útil del punto uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe?	<p>GENERAL:</p> <p>Realizar la estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del punto uno de la cantera tres tomas – Ferreñafe</p>	Si se realiza una estimación de reservas por el método de los perfiles, se determinará la vida útil del punto uno de la cantera tres tomas – Ferreñafe.	INDEPENDIENTE:	GEOLOGÍA	CUANTITATIVA CON EL DISEÑO NO EXPERIMENTAL DESCRIPTIVO
		<p>ESPECÍFICOS:</p> <p>1. Analizar la geología local y regional del punto uno de la cantera Tres Tomas – Ferreñafe. 2. Realizar un levantamiento topográfico 3. Realizar las calicatas del punto uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe 4. Calcular las reservas de la cantera por el método de los perfiles.</p>		ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES	TOPOGRAFÍA	
			DEPENDIENTE:	ESTIMACIÓN DE RESERVAS		
			VIDA ÚTIL	POTENCIAL DE PRODUCCIÓN		

Anexo N°2: Fotografías del lugar de estudio

Área de operaciones



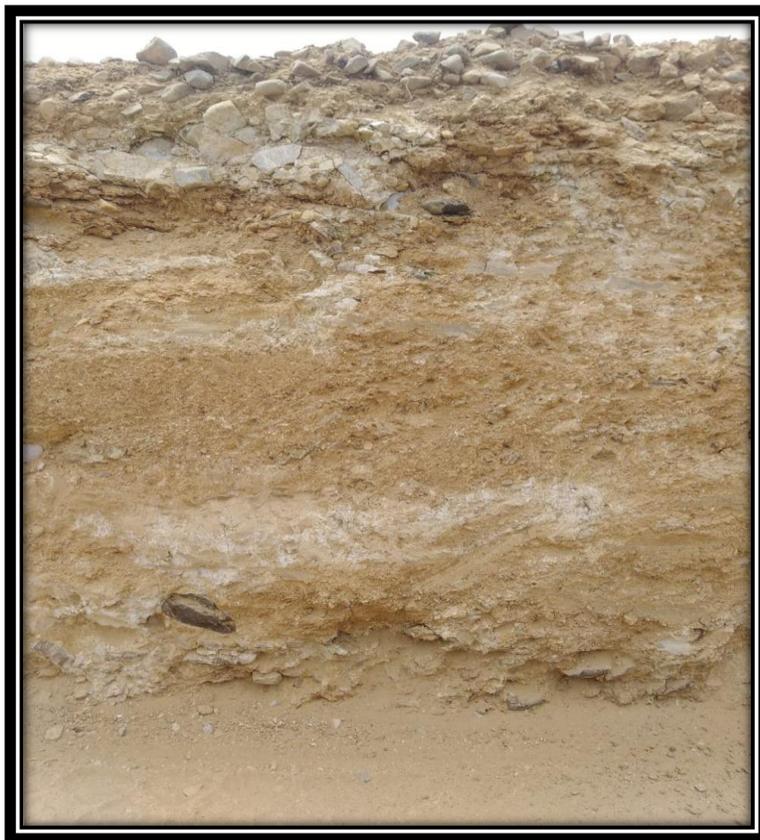
Toma de coordenadas del área de estudio con GPS



Medición de la columna estratigráfica



Columna estratigráfica



Área de concesión del Punto Uno de la cantera Tres Tomas



Material almacenado



Validación de instrumentos de recolección de datos

GUÍA DE OBSERVACIÓN

GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - CHICLAYO - 2019

OBJETIVO: Analizar la geología local y regional del lugar de estudio

GEOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
GEOLOGÍA LOCAL	
GEOLOGÍA REGIONAL	

GUÍA DE OBSERVACIÓN

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - CHICLAYO - 2019

OBJETIVO: Levantamiento topográfico del área

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1				
2				
3				
4				
5				
6				

**GUÍA DE OBSERVACIÓN
 REALIZACIÓN DE CALICATAS**

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - CHICLAYO - 2019

Objetivo: Realizar las calicatas

CALICATA	ESTE	NORTE	ALTURA
1			
2			
3			
4			
5			
6			

DESCRIPCIÓN DE CALICATAS			
CALICATA N°:	SITUACIÓN:	COORDENADAS:	X:
FECHA:			Y:
			Z:
ALTURA	NIVEL FREÁTICO	COLUMNA	DESCRIPCIÓN

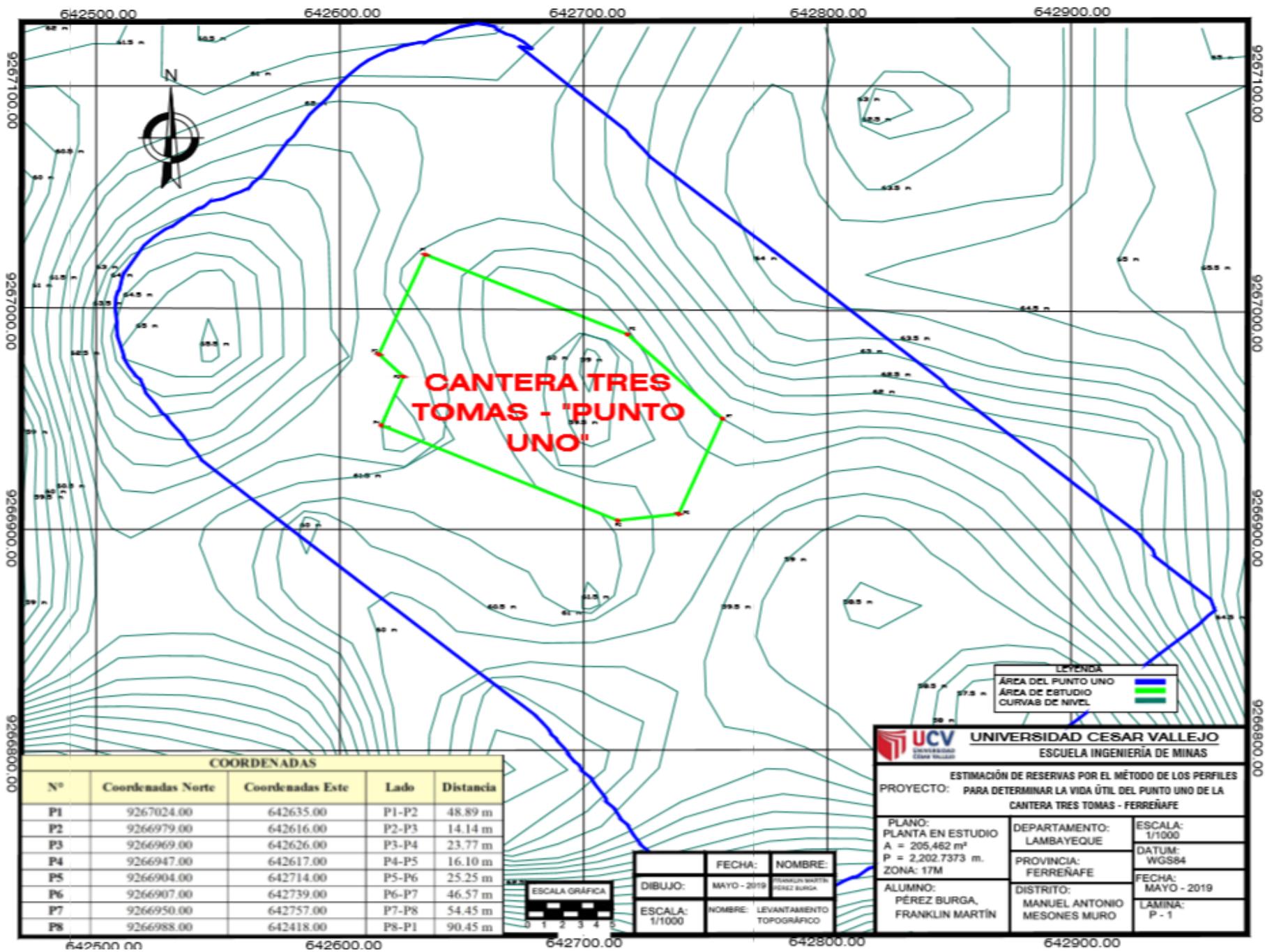
ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES

$$V_{total} = \frac{(a_1 + a_2) * d_1}{2} + \frac{(a_2 + a_3) * d_2}{2} + \dots + \frac{(a_n + a_{n+1}) * d_n}{2}$$

VIDA ÚTIL

$$\text{Tiempo de vida útil} = \frac{\text{Volumen de las reservas explotables}}{\text{Días hábiles} \times \text{Potencial de Producción}}$$

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



CANTERA TRES TOMAS - PUNTO UNO

LEYENDA

ÁREA DEL PUNTO UNO	█
ÁREA DE ESTUDIO	█
CURVAS DE NIVEL	█

COORDENADAS

Nº	Coordenadas Norte	Coordenadas Este	Lado	Distancia
P1	9267024.00	642635.00	P1-P2	48.89 m
P2	9266979.00	642616.00	P2-P3	14.14 m
P3	9266969.00	642626.00	P3-P4	23.77 m
P4	9266947.00	642617.00	P4-P5	16.10 m
P5	9266904.00	642714.00	P5-P6	25.25 m
P6	9266907.00	642739.00	P6-P7	46.57 m
P7	9266950.00	642757.00	P7-P8	54.45 m
P8	9266988.00	642418.00	P8-P1	90.45 m



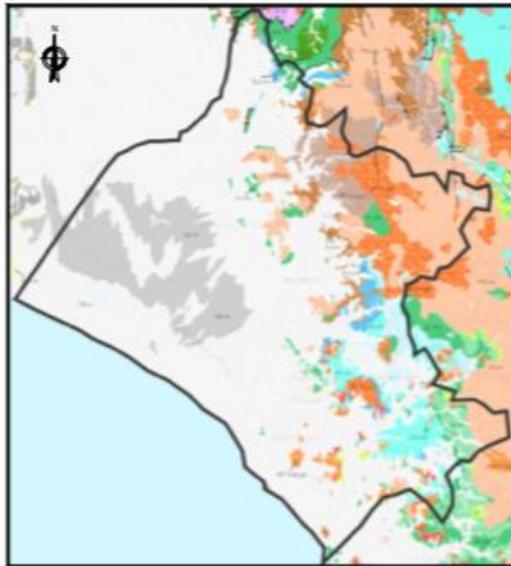
DIBUJO:	FECHA:	NOMBRE:
ESCALA:	NOMBRE:	LEVANTAMIENTO:
1/1000	MAYO - 2019	TOPOGRÁFICO
		FRANKLIN MARTÍN PÉREZ BURGA

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA INGENIERÍA DE MINAS

ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES
PROYECTO: PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DEL PUNTO UNO DE LA CANTERA TRES TOMAS - FERREÑAFE

PLANO: PLANTA EN ESTUDIO A = 205,462 m ² P = 2,202.7373 m. ZONA: 17M	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	ESCALA: 1/1000
ALUMNO: PÉREZ BURGA, FRANKLIN MARTÍN	PROVINCIA: FERREÑAFE	DATUM: WGS84
	DISTRITO: MANUEL ANTONIO MESONES MURO	FECHA: MAYO - 2019
		LAMINA: P - 1

**PLANO DE LA
GEOLOGÍA
LOCAL Y
REGIONAL**

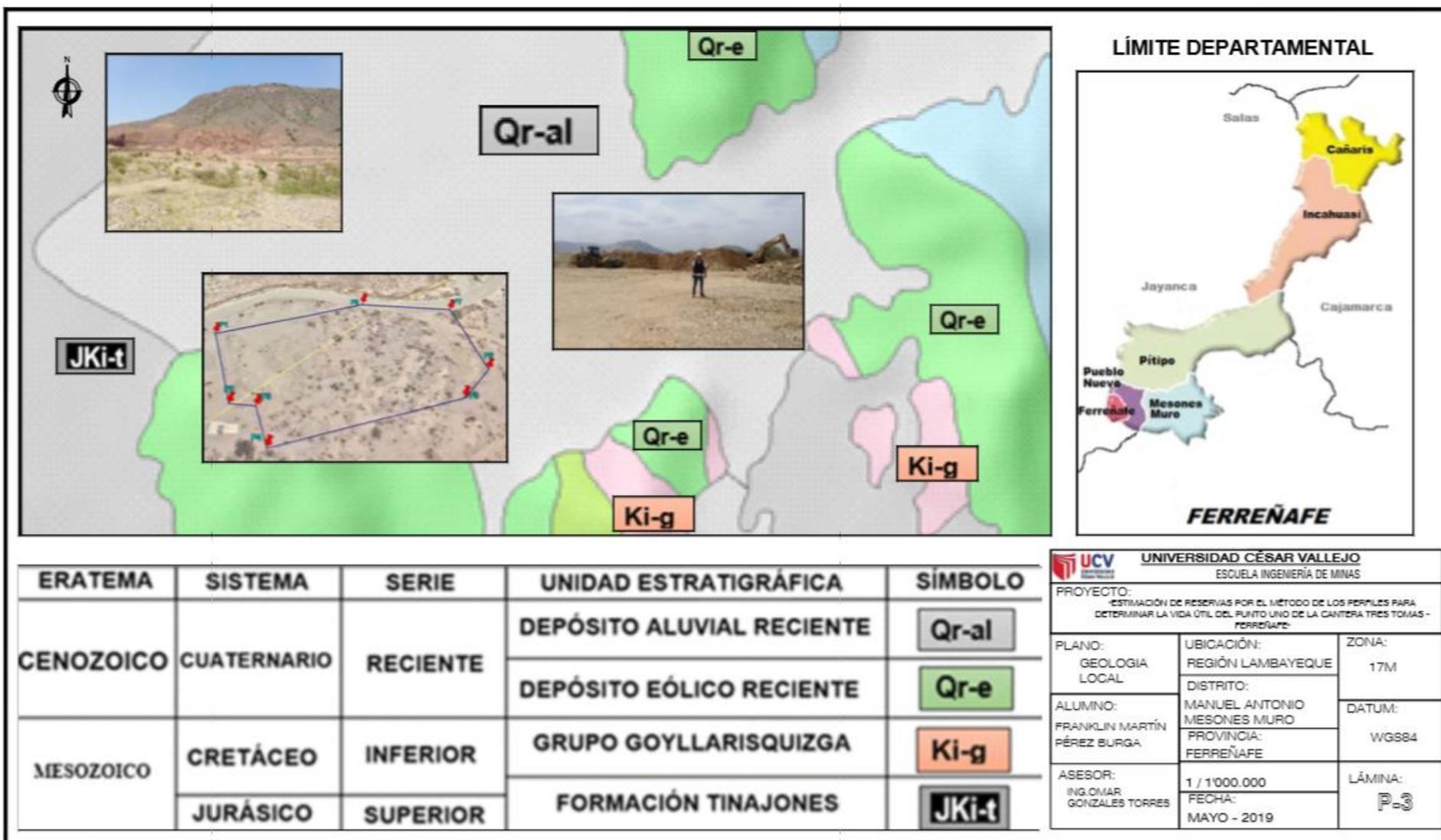


LÍMITE DEPARTAMENTAL

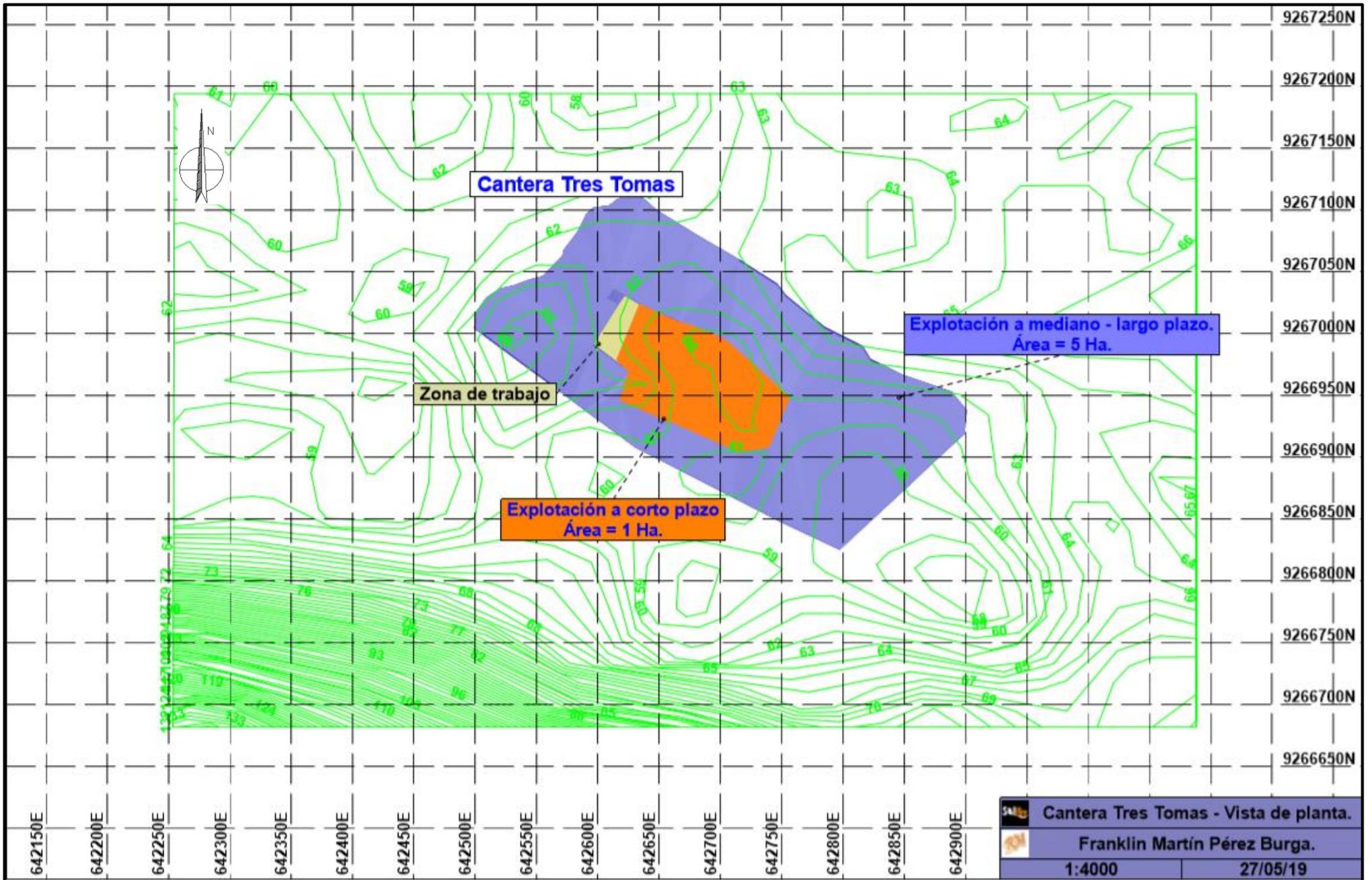
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SÍMBOLO
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	DEPÓSITO FLUVIAL RECIENTE	Qr-r
			DEPÓSITO EÓLICO RECIENTE	Qr-e
		HOLOCENO	DEPÓSITO MARINO RECIENTE	Qm-r
			DEPÓSITO FLUVIO - ALUVIAL	Qa-fl
			DEPÓSITO ALUVIAL	Qa
			DEPÓSITO MARINO - LACUSTRE	Qm-l
		PLEISTOCENO	DEPÓSITO COLUVIAL	Qp-c
			DEPÓSITO ALUVIAL ANTIGUO	Qp-ai
			TABLAZO TALARA	Qp-tl
		NEÓGENO	PLIOCENO/MIOCENO	VOLCÁNICO HUAMBOS
PELEÓGENO	OLIGOCENO	VOLCÁNICO PORCULLA	Po-v	
	PALEOCENO	VOLCÁNICO LLAMA	Ll-v	
		SUPERIOR	VOLCÁNICO LICURNIQUE	Lc-v
	MESOZOICO	CRETÁCEO	MEDIO	GRUPO PULLUCAN Y QUILQUIÑAN
FORMACIONES INCA, CHULEC Y PARIATAMBO				Km-cp
INFERIOR			GRUPO GOYLLARISQUIZGA	Kg
JURÁSICO		SUPERIOR	FORMACIÓN TINAJONES	Jt
		MEDIO	VOLCÁNICO OYOTÚN	Jo
		INFERIOR	FORMACIÓN SÁVILA	Js

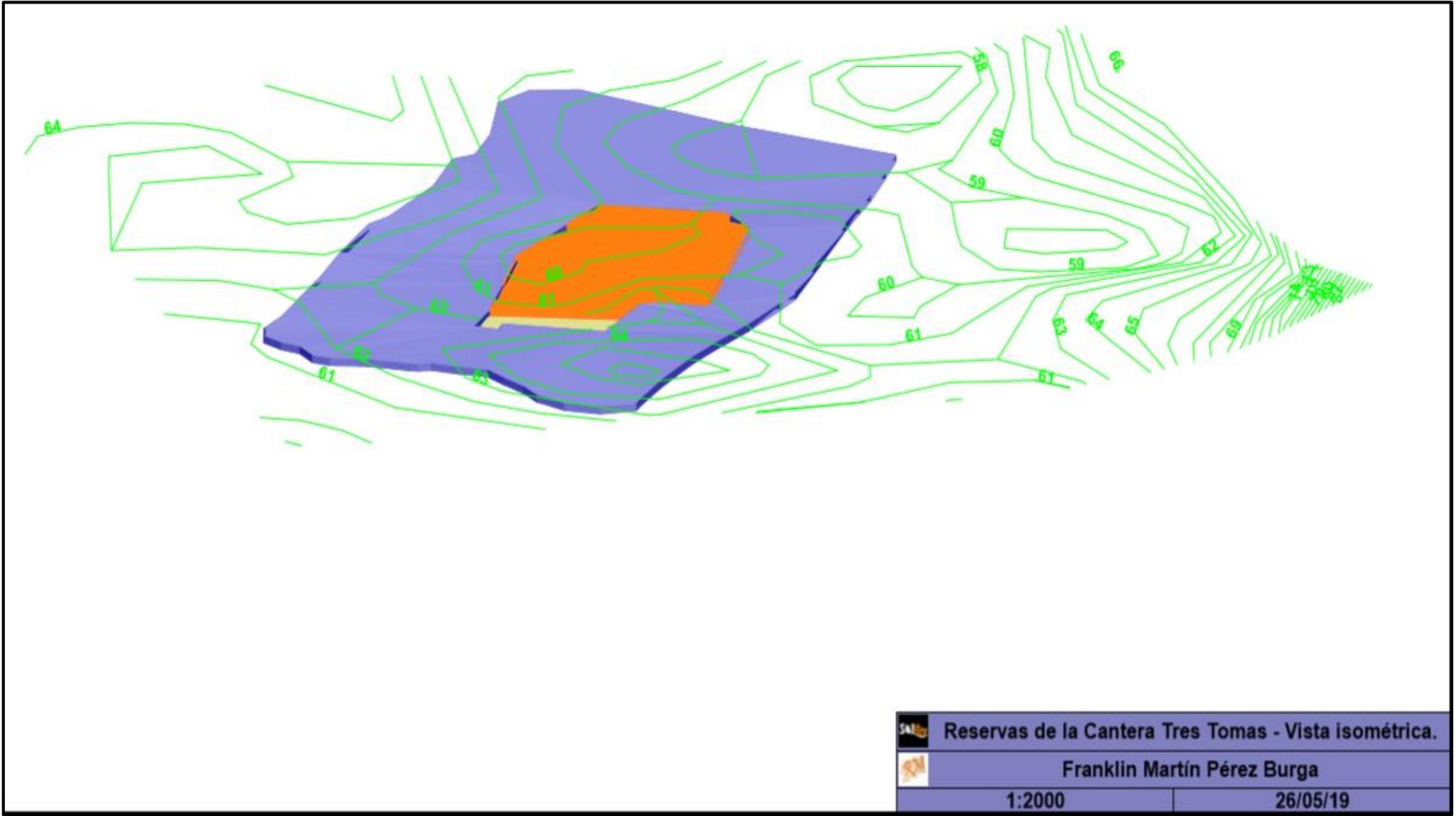


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO ESCUELA INGENIERÍA DE MINAS		
PROYECTO: "ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DEL PUNTO UNO DE LA CANTERA TRES TOMAS - FERREÑAÑE"		
PLANO: GEOLOGIA REGIONAL	UBICACION: REGIÓN LAMBAYEQUE	DATUM: WGS84
ALUMNO: FRANKLIN MARTÍN PÉREZ BURGA	ESCALA: 1 / 1'000.000	ZONA: 17M
ASESOR: ING. OMAR GONZALES TORRES	FECHA: MAYO - 2019	LÁMINA: P-2

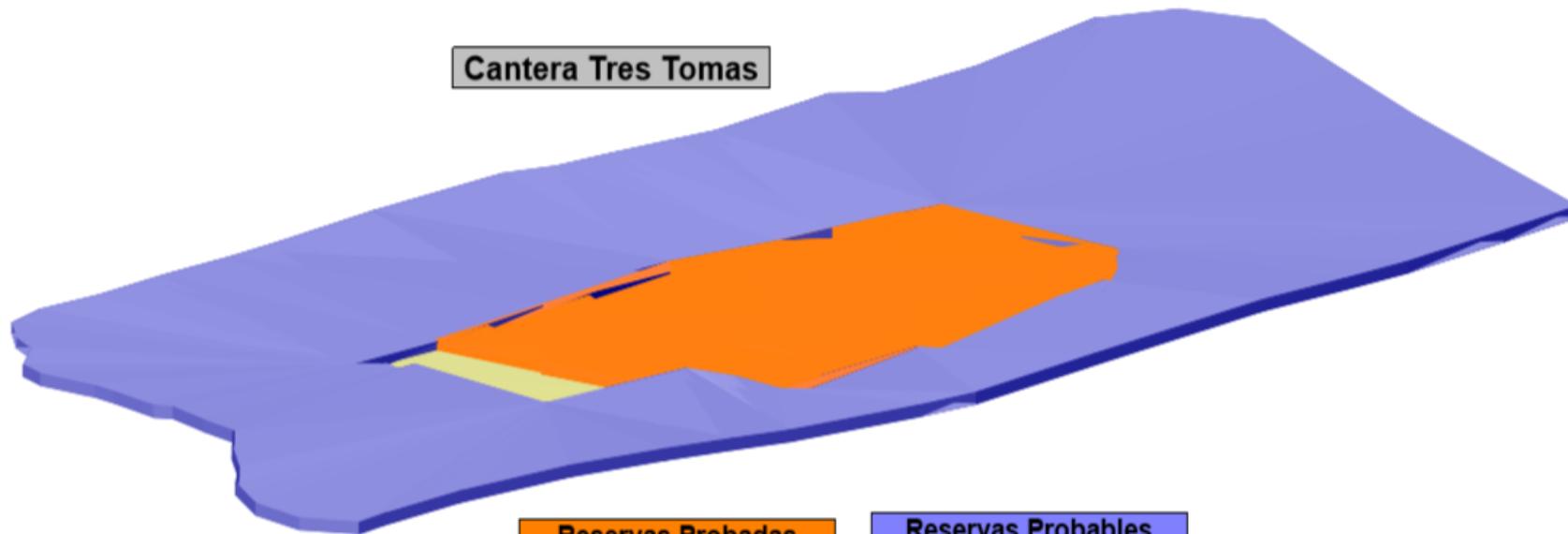


**ILUSTRACIONES
DEL SOTWARE
RECMIN**





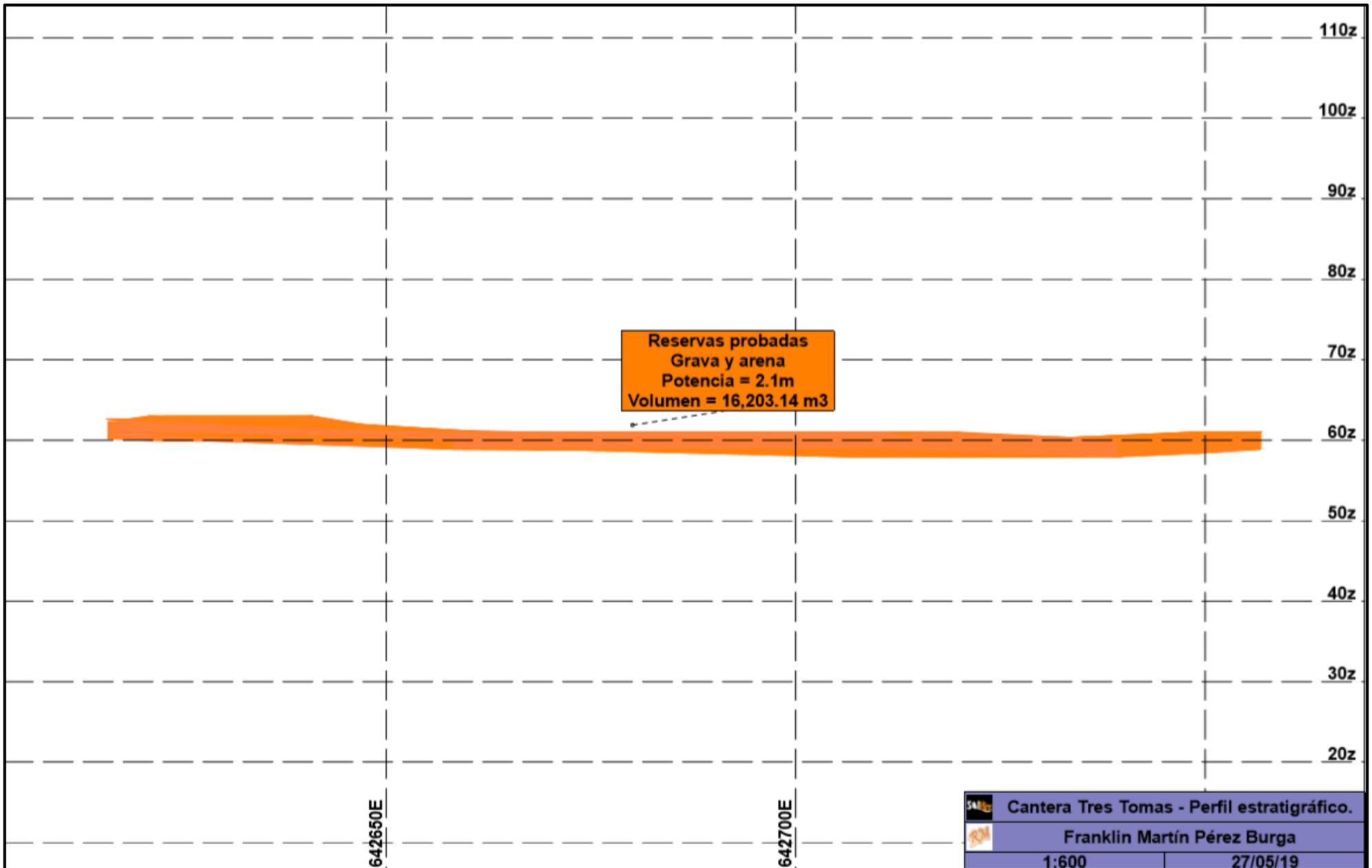
Cantera Tres Tomas

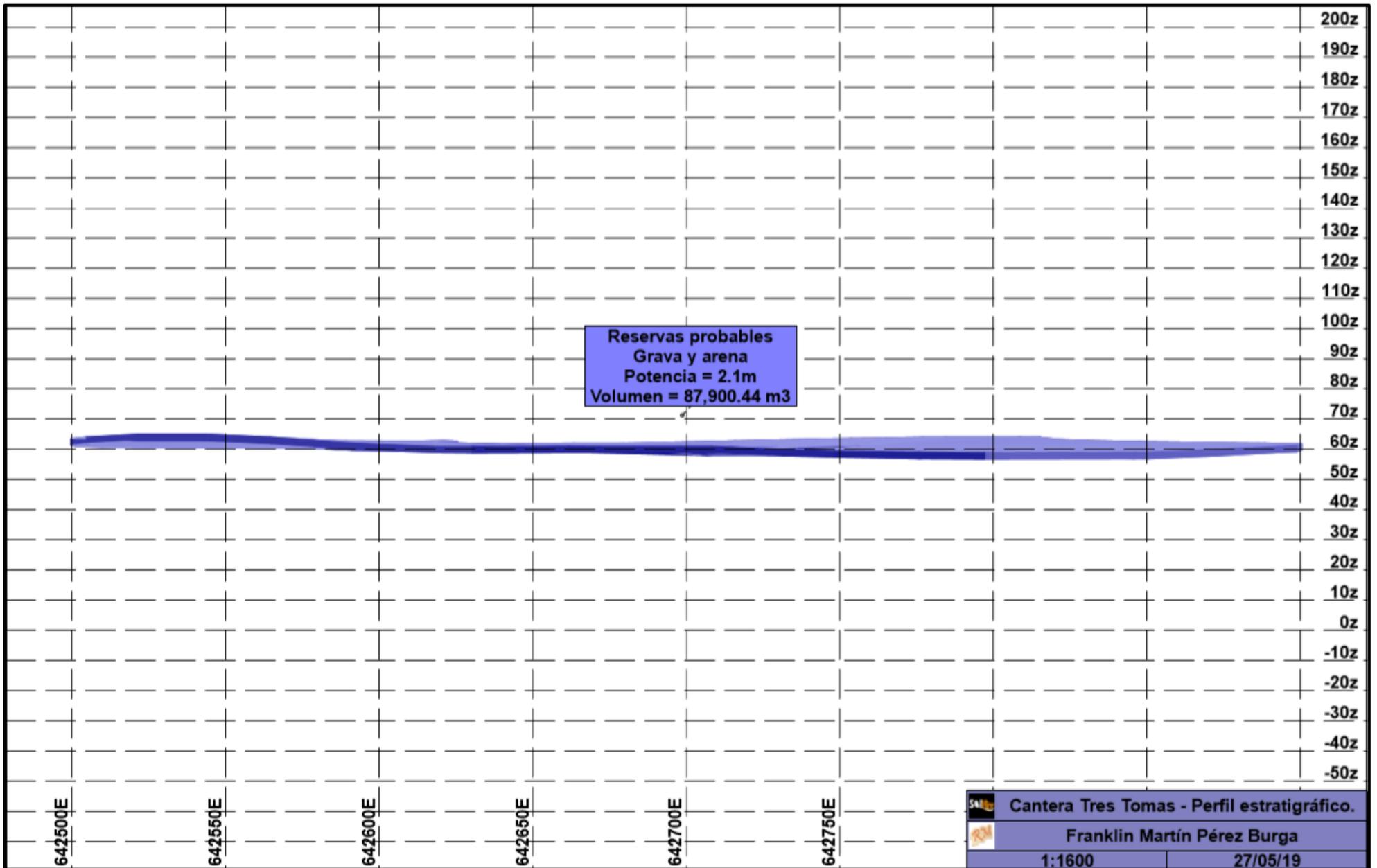


**Reservas Probadas
Agregado y arena
Potencia= 2.1m
Volumen = 16,203.14 m3**

**Reservas Probables
Agregado y arena
Potencia = 2.1m
Volumen = 87,900.44 m3**

	Reservas de la Cantera Tres Tomas - Vista en 3D.
	Franklin Martín Pérez Burga.
1:1500	26/05/19





ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

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

Yo, Silvia Josefina Aguinaga Vasquez, 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: Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe, del estudiante, Franklin Martín Pérez Burga, 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.

Chiclayo, 15 de Julio del 2019



Msc. Silvia Josefina Aguinaga Vasquez

DNI: 16790469

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

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Franklin Martín Pérez Burga, identificado con DNI N° 73387595, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Estimación de reservas por el método de los perfiles para determinar la vida útil del Punto Uno de la cantera Tres Tomas - Ferreñafe"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 73387595

FECHA: 30 de Octubre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**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

EP DE INGENIERÍA DE MINAS

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

FRANKLIN MARTÍN PÉREZ BURGA

INFORME TÍTULADO:

ESTIMACIÓN DE RESERVAS POR EL MÉTODO DE LOS PERFILES PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL DEL
PUNTO UNO DE LA CANTERA TRES TOMAS - FERREÑAFE

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO DE MINAS

SUSTENTADO EN FECHA: 28 de octubre de 2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR UNANIMIDAD



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN