



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA DE MINAS**

Método de extracción por transferencia para mejorar la producción de agregados en la
Cantera Corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero De Minas

AUTOR:

Br. Vásquez Díaz Rovinson Teófilo (ORCID 0000-0001-7010-7995)

ASESOR:

Mg. Salazar Ipanaque Javier Ángel (ORCID 0000-0002-7909-6433)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Evaluación de yacimientos minerales

Chiclayo – Perú

2019

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a mi familia.

En especial a mis padres, quienes a lo largo de toda mi vida me apoyaron en todo momento, a la vez que me brindaron su confianza y su apoyo incondicional.

A mis hermanos, Luz Elvira Vásquez Díaz, Luis Alberto Vásquez Díaz y en especial a mi hermano Edgar Jhon Vásquez Díaz, quienes me dieron el apoyo moral, económico y la fortaleza de seguir cumpliendo mis metas.

A mi hija que cada día me llena de alegría y a la vez, es mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día.

Agradecimiento

Agradecer a Dios por encaminarme día a día y en especial por brindarles salud a mis padres, hermanos y a mi querida hija.

Agradecer a mi metodóloga Silvia Aguinaga por brindarme su apoyo y comprensión durante todo el proceso de mi investigación, y mi asesor Ing. Javier Salazar por sus enseñanzas y conocimientos compartidos.

Un agradecimiento al Ing. Arango Retamozo Solio Marino y al Ing. Salvador Paico Mauro por brindarme su apoyo de manera desinteresada, sus conocimientos y su amistad.



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 19:00 horas del día 19 de Agosto del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 1311-2019-UCV-CH, de fecha 16 de Agosto, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA SAC. MESONES MURO-2018", presentada por la Bachiller VÁSQUEZ DÍAZ ROVINSON TEÓFILO con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero de Minas, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

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

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

Aprobado por unanimidad.

Siendo las 19:25 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, 19 de Agosto del 2019

[Signature]
Ing. Mena Nevado Carla Milagros
Presidente

[Signature]
Mg. Siccha Ruiz Orlando Alex
Secretario

[Signature]
Mg. Salazar Ipanaqué Javier Ángel
Vocal

Declaratoria de autenticidad

Declaratoria de autenticidad

Yo Vásquez Díaz Rovinson Teófilo con DNI N°44072002 a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de desarrollo de proyecto de investigación, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se especifican en la presente investigación son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 7 de diciembre del 2018.



Bach. Vásquez Díaz Rovinson Teófilo

DNI: DNI N°44072002

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Trabajos previos.....	4
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1.3.4. Marco legal.....	14
1.4. Formulación del problema	15
1.5. Justificación del estudio	16
1.6. Hipótesis	17
1.7. Objetivos	17
II. MÉTODO	18
2.1. Tipo y diseño de la investigación.....	18
2.2. Operacionalización de variables	18
2.3. Población y muestra.....	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	20
2.5. Método de análisis de datos	22
2.6. Aspectos éticos.....	22
III. RESULTADOS	25
IV. DISCUSIÓN.....	67
V. CONCLUSIONES	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. PROPUESTA	70
REFERENCIAS	85
ANEXOS	88
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	134

Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV.....	135
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	136

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Operacionalización de variables.</i>	19
<i>Tabla 2: Coordenadas geográficas UTM WGS84 de "Canteras Del Norte".</i>	25
<i>Tabla 3: Delimitación del área de explotación A1 - primer petitorio.</i>	26
<i>Tabla 4: Delimitación del area de explotación A2 - segundo petitorio.</i>	26
<i>Tabla 5: Coordenadas UTM WGS84 de las instalaciones de la cantera Corporación Herrera S.A.C.</i>	27
<i>Tabla 6: Maquinaria disponible en la cantera Corporación Herrera S.A.C.</i>	28
<i>Tabla 7: Producción de la chancadora Cerro Azul.</i>	28
<i>Tabla 8: Volumen extraído de material orgánico.</i>	28
<i>Tabla 9: Volumen extraído de conglomerados.</i>	29
<i>Tabla 10: Volumen extraído de arena.</i>	30
<i>Tabla 11: Volumen extraído de arcilla.</i>	30
<i>Tabla 12: Volumen calculado del material estéril movido por la excavadora.</i>	32
<i>Tabla 13: Costo (en soles) que se genera en el arranque del volumen de material estéril.</i> 32	
<i>Tabla 14: Características técnicas de la maquinaria de arranque y carga de la cantera.</i> 33	
<i>Tabla 15: Precios de venta de los materiales de cantera.</i>	33
<i>Tabla 16: Geología regional del área de estudio.</i>	34
<i>Tabla 17: Geología local del área de estudio.</i>	35
<i>Tabla 18: Ubicación de calicatas.</i>	35
<i>Tabla 19: Perfil estratigráfico.</i>	36
<i>Tabla 20: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.</i>	37
<i>Tabla 21: Determinación del módulo de finesa del agregado fino.</i>	38
<i>Tabla 22: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.</i>	39
<i>Tabla 23: Análisis granulométrico por tamizado del afirmado.</i>	40
<i>Tabla 24: Peso específico del agregado fino.</i>	41
<i>Tabla 25: Contenido de humedad del afirmado.</i>	42
<i>Tabla 26: Ensayo de densidad del afirmado y arena.</i>	42
<i>Tabla 27: Análisis químico del afirmado.</i>	43

<i>Tabla 28: Delimitación del área de explotación.</i>	44
<i>Tabla 29: Ubicación de calicatas (petitorio 1 + petitorio 2).</i>	45
<i>Tabla 30: Cálculo de reservas probadas del material orgánico.</i>	47
<i>Tabla 31: Cálculo de reservas probadas del material conglomerado.</i>	48
<i>Tabla 32: Cálculo de reservas probadas del material arena.</i>	49
<i>Tabla 33: Cálculo de reservas probadas de material arcilloso.</i>	49
<i>Tabla 34: Volumen total - área 1.</i>	50
<i>Tabla 35: Volumen total de materiales en la cantera A1.</i>	51
<i>Tabla 36: Precios de venta de materiales puesto en obra (A1).</i>	52
<i>Tabla 37: Valor económico de cada material A1.</i>	52
<i>Tabla 38: Cálculo de la vida útil de la cantera (A1).</i>	52
<i>Tabla 39: Cálculo de reservas probables de material orgánico.</i>	53
<i>Tabla 40: Cálculo de reservas probables del material conglomerado.</i>	54
<i>Tabla 41: Cálculo de reservas probables del material arena.</i>	55
<i>Tabla 42: Cálculo de reservas probables de material arcilloso.</i>	55
<i>Tabla 43: Volumen total - área 2.</i>	56
<i>Tabla 44: Volumen total de materiales en la cantera A2.</i>	57
<i>Tabla 45: Precios de venta de materiales puesto en obra (A2).</i>	58
<i>Tabla 46: Valor económico de cada material A2.</i>	58
<i>Tabla 47: Cálculo de la vida útil de la cantera (A2).</i>	58
<i>Tabla 48: Costos por mano de obra.</i>	61
<i>Tabla 49: Resumen del cálculo de volumen total de materiales en la cantera A1.</i>	62
<i>Tabla 50: Precios de venta de materiales de construcción puesto en obra (A1).</i>	62
<i>Tabla 51: Resumen del valor económico de cada material (A1).</i>	62
<i>Tabla 52: Vida útil de la cantera (A1).</i>	63
<i>Tabla 53: Resumen del cálculo de volumen de materiales en la cantera A2.</i>	63
<i>Tabla 54: Precios de venta de materiales de construcción puesto en obra (A2).</i>	64
<i>Tabla 55: Resumen del valor económico de cada material (A2).</i>	64
<i>Tabla 56: Vida útil de la cantera (A2).</i>	64
<i>Tabla 57: Coordenadas de ubicación de los cuatro vértices de "Canteras Del Norte" (UTM WGS84).</i>	70
<i>Tabla 58: Área de extracción según la poligonal - zona 1 (coordenadas UTM WGS84).</i>	71
<i>Tabla 59: Coordenadas de ubicación (UTM WGS84) de las instalaciones de la cantera.</i>	73

<i>Tabla 60: Maquinaria actual de la cantera Corporación Herrera S.A.C.</i>	73
<i>Tabla 61: Precios de venta actuales de los materiales.</i>	74
<i>Tabla 62: Características técnicas de la maquinaria - cargador frontal.</i>	75
<i>Tabla 63: Volumen de material orgánico movido por el cargador frontal.</i>	76
<i>Tabla 64: Desbroce del A1 (8.7 HA) con cargador frontal.</i>	76
<i>Tabla 65: Desbroce del A2 (30 HA) con cargador frontal.</i>	76
<i>Tabla 66: Especificaciones técnicas de la maquinaria empleada en la extracción del material.</i>	77
<i>Tabla 67: Volumen del material conglomerado movido por la excavadora.</i>	78
<i>Tabla 68: Extracción del material conglomerado (H = 7.7 m) del A1 (8.7 HA) con excavadora.</i>	78
<i>Tabla 69: Extracción del material conglomerado (H = 7.7 m) del A2 (30 HA) con excavadora.</i>	79
<i>Tabla 70: Volumen del material conglomerado movido por el cargador frontal CAT 950G.</i>	80
<i>Tabla 71: Volumen del material conglomerado movido por el cargador frontal YUTONG.</i>	81
<i>Tabla 72: Análisis comparativo entre la extracción actual de la cantera Vs el método de extracción por transferencia.</i>	83

Índice de figuras

<i>Figura 1: Curvas de nivel de la cantera Corporación Herrera S.A.C.</i>	44
<i>Figura 2: Puntos GPS de las calicatas</i>	46
<i>Figura 3: Modelamiento en software RecMin - Delimitación de las áreas de interés</i>	46
<i>Figura 4: Diseño del método de extracción por transferencia</i>	82

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo como finalidad proponer el método de extracción por transferencia para mejorar la producción de agregados en la Cantera Corporación Herrera S.A.C. El estudio surgió de la investigación de un problema vinculado con el inadecuado método de extracción que se aplicaba en la cantera, trayendo consigo una producción deficiente. Para dicha investigación se buscó trabajar con la muestra representada por dos petitorios pertenecientes a la Cantera Corporación Herrera S.A.C., las cuales suman 40 hectáreas. El tipo de investigación es de naturaleza cuantitativa, con el diseño No experimental de tipo explicativo. Asimismo, para el recojo de información se utilizó el método analítico y el método sistemático. Las técnicas de recolección de datos que se utilizaron fueron: Técnica de investigación documental, de campo, de observación directa y de la entrevista; junto a instrumentos empleados como la guía de observación de campo, de observación de laboratorio y de entrevista; además se utilizaron los software SAS Planet, ArcGis y RecMin para la elaboración de los planos de la cantera. La metodología permitió darle a la investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva. Finalmente, se obtuvo como resultados que de acuerdo a las características del yacimiento el método de extracción es por transferencia para el cual se elaboraran dos bancos con alturas de 3.85 metros aproximadamente y con un ángulo de banco de 75.96° , todos estos resultados se representan por medio de tablas enumeradas, cada una con sus respectivos análisis las cuales ayudaron a comprobar la hipótesis que con la propuesta del método de extracción por transferencia se podrá mejorar la producción de agregados en la Cantera Corporación Herrera S.A.C. Todo este trabajo permitió concluir que con una producción anual de 5200 m^3 y una vida útil de 19 años se obtendrá una utilidad neta de s/.25,404,000.00 para la cantera.

Palabras clave: Método de extracción por transferencia, producción de agregados, perfil estratigráfico, cálculo de reservas.

ABSTRACT

The purpose of this research report was to propose the method of extraction by transfer to improve the production of aggregates in the Cantera Corporación Herrera S.A.C. The study arose from the investigation of a problem linked to the inadequate method of extraction that was applied in the quarry, bringing with it a poor production. For this research, we sought to work with the sample represented by two petitions belonging to the Cantera Corporación Herrera S.A.C., which total 40 hectares. The type of research is quantitative in nature, with the non-experimental design of an explanatory type. Likewise, the analytical method and the systematic method were used to collect information. The data collection techniques that were used were: Documentary, field, direct observation and interview research techniques; together with instruments used as the guide for field observation, laboratory observation and interview; In addition, SAS Planet, ArcGis and RecMin software were used to prepare the quarry plans. The methodology allowed to give the research the support, support and respective seriousness. Finally, it was obtained as results that according to the characteristics of the reservoir the extraction method is by transfer for which two banks with heights of approximately 3.85 meters and with a bank angle of 75.96° , all these results are represented by means of tables listed, each with their respective analyzes which helped to verify the hypothesis that with the proposal of the method of extraction by transfer the production of aggregates in the Quarry Corporation Herrera SAC can be improved All this work allowed to conclude that with an annual production of 5200 m³ and a useful life of 19 years, a net profit of s / .25,404,000.00 will be obtained for the quarry.

Keywords: Method of extraction for transfer, attachés production, stratigraphic profile, calculation of reservations.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Las explotaciones en canteras se han incrementado hoy en día debido a la presencia de depósitos sedimentarios y por cercanía a la superficie, aunque en muchas ocasiones el contenido de material útil sea bajo. Según Herrera (2007) “Las exigencias técnicas generales de la explotación se están viendo fuertemente incrementadas y existe una fuerte implantación de criterios de calidad de los productos y de garantía del cumplimiento de sus características y propiedades” (p.1). La explotación de roca ornamental y de áridos genera una gran fuente de empleo y es factor clave de la economía mundial y nacional; por ende, los métodos de explotación que se elijan deben cumplir con el mejoramiento de la calidad y el ritmo de producción así como el cuidado del medio ambiente para que las canteras sean competitivas en el mercado; sin embargo, aún existen canteras que no cuentan con un método de explotación adecuado que permita mejorar la producción del material y la rentabilidad de este, creando un deficiente sistema de gestión.

Existen canteras que realizan sus operaciones empíricamente, es decir, no utilizan ningún método de extracción para llevar a cabo el arranque del material, las razones por lo cual las actividades se realizan de manera empírica son producto del desconocimiento de las características del yacimiento tales como: Caracterización geotécnica, características geométricas, deficiente formación especializada al personal, gestión deficiente de la empresa y los altos costos de arranque para llevar a cabo un método de explotación, así como a la falta de capacitación e información a los trabajadores.

En cuanto a los desconocimientos de las características geométricas del yacimiento Herrera (2007) indica que el método de explotación a elegirse para explotar un recurso va a depender del modelo geológico del yacimiento, siendo clave fundamental la información precisa de la forma y las dimensionales en el espacio del material rocoso. El mismo autor menciona en su libro “Métodos de minería a cielo abierto”, de la universidad Politécnica de Madrid - España (2006) que hoy en día, elegir un método de explotación corresponde a un análisis técnico y económico minucioso debido a las grandes inversiones de capital que se requiere para abrir un nuevo yacimiento y los elevados costos que se necesitan para su

extracción, por ello, es importante que la selección del método de explotación se realice en base a los parámetros del yacimiento (geometría del yacimiento, propiedades geomecánicas de la roca y del mineral, distribución de las leyes, factores ambientales, factores económicos y condiciones sociales). De la misma manera, los altos costos de arranque influyen negativamente en la elección del método de explotación, ya que al no utilizar ningún método de explotación se está realizando la extracción sin ninguna secuencia de arranque, generando al mismo tiempo pérdidas en el ciclo de arranque de la excavadora con el cual se realizan las operaciones ocasionando de alguna manera pérdidas económicas para la empresa, cuya finalidad es optimizar tiempos y costos, tal como lo evidencia, Sánchez (2015) en su tesis denominada “Diseño de un nuevo sistema de explotación y laminación de rocas dimensionables del Ejido de Chapantongo, HGO”, donde explica que el principal problema en la empresa es la producción limitada de la roca y los peligros y riesgos físicos y psicológicos a los que se encuentran sometidos los trabajadores producto de que el trabajo se realiza de manera artesanal y sin ningún sistema de explotación para llevar a cabo el arranque del material.

Por otro lado, el Perú no es ajeno ante la deficiente gestión y planificación que se vive en las canteras, en la que por falta de inversión, muchas empresas no han decidido mejorar su infraestructura. Una empresa debe contar con herramientas de gestión que proporcionen el control total de las actividades programadas, de tal manera que nos alerte de las decisiones que eviten costos excesivos, que afecten la calidad del trabajo y que involucre cambios bruscos en el tiempo de ejecución del proyecto de tal manera que permita al empresario planificar a corto, mediano y largo plazo de acuerdo a la demanda (Alvarado, 2013). Una adecuada planificación minera (no metálica) permitirá determinar que porción del yacimiento será extraído, además del cómo y cuánto será procesado para cumplir con el negocio de materiales de agregados. Soto y Chávez (2016) realizaron un estudio de factibilidad técnica - económica para determinar la rentabilidad del proyecto en la cantera de mármol San Rita en la ciudad de Cajamarca, tomando como referencia el análisis del método de minado que mejor se adapte a la cantera; revelando la deficiente gestión de la cantera al no contar con estudios de factibilidad que permitan tomar decisiones técnicas y económicas de explotación, de tal manera que permita evitar pérdidas en el proceso y cumpliendo con la normativa en cuanto a la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores y de la protección al medio ambiente.

Otra de las causas para el inadecuado método de explotación en canteras es el desconocimiento de la caracterización geotécnica del yacimiento no metálico. “En la minería se construyen modelos geotécnicos los cuales deben ser actualizados periódicamente. (...) . Y en la medida que vamos conociendo más de nuestros yacimientos debemos ir adelantando soluciones a eventuales problemas en el desarrollo de las minas” (Matthews, 2013, p.1). En el estudio realizado por Quispe (2016) se menciona la importancia del estudio geotécnico para la construcción de vías en la Av. Puno - Jallihuaya en la ciudad de Puno, en la cual se evaluaron la calidad de los agregados y de los materiales de interés, debido a que al transcurrir el tiempo la vía a empezado a deteriorarse y se ha presenciado considerables hundimientos, a la vez, se ha presenciado material reciente de relleno en la sub rasante y de la sección estructural, las cuales generan condiciones de inseguridad por la presencia de fallas, deslizamientos, etc.

Por último, se encuentra la deficiente formación especializada al personal, ya que actualmente la presión que las empresas ejercen para el aumento de la productividad ha crecido considerablemente, lo que conlleva que el personal se encuentre expuesto a riesgos laborales, por ende las buenas relaciones laborales y las capacitaciones puede ayudar a mejorar la productividad. (Jennings, S.f). Las grandes empresas mineras han dado énfasis en los temas relacionados a la capacitación, sin embargo, el problema aun radica en las minerías artesanales y canteras, quienes aún consideran a la capacitación como un gasto innecesario. Según Alvarado (2013) la capacitación que se brinda para una adecuada gestión en la producción de agregados para pavimentos en la carretera Quinua, San Francisco - Lima es óptima ya que consideran al personal pieza fundamental para llevar a cabo la producción de agregados, además consideran que su costo no es tan alto como si lo es el de la maquinaria que utilizan pero su labor es importante para el continuo y adecuado flujo de actividades en campo; por otro lado, la empresa considera que la mala capacitación al personal afectará el rendimiento y control de la producción.

Asimismo, Lambayeque no es ajena a la problemática planteada anteriormente, existen canteras que actualmente no cuentan con un método de extracción adecuado para llevar a cabo sus operaciones, debido a la falta de estrategias y conocimientos en el campo minero. El yacimiento no metálico que tiene como nombre Corporación Herrera S.A.C, ubicado en el distrito Manuel Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, región de Lambayeque, cuenta

con 400 hectáreas, las cuales pertenecen al señor Segundo Andonero Herrera Vásquez; la extracción del material se realiza mediante procesos mecánicos. Actualmente, la cantera no cuenta con una secuencia adecuada de explotación; es por ello que se elige la propuesta de un método de extracción para la mejora de la producción de agregados, de tal manera que beneficie económicamente la explotación de yacimientos no metálicos en la zona

Por tal motivo, la aplicación del método de extracción por transferencia; Según Herrera (2006) “Estos métodos se aplican en yacimientos tumbados u horizontales, con unos recubrimientos de estéril inferiores, por lo general, a los 50 m” (p.6). Este método permitirá mejorar la producción para la extracción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C., teniendo en cuenta factores climáticos, factores sociales, factores geométricos y mejorando la gestión de la empresa, la cual nos ayudará a optimizar los recursos y mitigar las afectaciones que se tenga en la producción de agregados. De la misma manera, el trabajo de investigación está enmarcada mediante las siguientes preguntas: ¿En qué medida la aplicación del método de explotación por transferencia mejorará la extracción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C.? Y ¿Cómo podría solucionarse el problema de la inadecuada aplicación del método de extracción por transferencia en la cantera corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018?, las mismas que serán resueltas en el desarrollo de la presente investigación.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Nivel internacional

ARGÜELLO BONILLA, Daniel Alejandro (2015) en su tesis “Diseño de explotación de los materiales de construcción existentes en la cantera Santa Anita, ubicada en la parroquia Salache, Cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi”, para obtener el título de ingeniero de minas por la Universidad Central Del Ecuador, tuvo como objetivo diseñar el sistema de explotación de materiales de construcción. El autor concluye que los parámetros de diseño son: 3 bancos con una altura de 7 metros, ángulo de talud de banco de 54°, ancho de plataformas de trabajo de 25 metros, profundidad de la cantera de 20 metros, ángulo de talud de banco de trabajo de 13°, ángulo de talud de banco de receso de 24°, producción anual de 65520 m³/año y una vida útil de 33 años.

SANCHEZ MARTÍNEZ, Marcos (2015) en su tesis “Diseño de un nuevo sistema de explotación y laminación de rocas dimensionables del Ejido de Chapantongo, HGO” para obtener el título de ingeniero de minas y metalurgista por la Universidad Nacional Autónoma De México, tuvo como finalidad prestar asesoramiento a un grupo de ejidatarios dedicados a la pequeña minería (explotación de roca ornamental) quienes actualmente están obteniendo una baja producción de material debido a su sistema de minado actual. El autor en la investigación concluye que mejorando el método de explotación llevado a cabo por la cantera, se logrará reducir ampliamente los materiales estériles que se extraen junto con el material de gran interés generando un beneficio económico.

AVILA MUÑOZ, Carlos Arturo y TOBO SIACHOQUE, Rafael Andrés (2014) en su tesis “Diseño del método de explotación a cielo abierto para la mina El Diamante, dentro del contrato en virtud de aporte N°00904 - 15 en el municipio de Tibasosa, vereda la Carrera departamento de Boyacá”, para obtener el título de ingeniero de minas por la Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, tuvo como objetivo diseñar el método de explotación a tajo abierto para la extracción de roca caliza a partir de las condiciones y propiedades del yacimiento, debido a que a que las operaciones se realizan de manera desorganizada y empírica. El autor concluye que la geometría del diseño consiste en la división de bancos de 10 metros de altura, con la elaboración de sub – bancos de 5 metros, empleando el sistema de extracción de bancos descendentes. De acuerdo al estudio geomecánico, la roca presenta un RQD de 76.225%, resistencia a la compresión simple de 53.32 MPa, y un RMR de calidad regular (tipo III). El sistema de minado a aplicarse es de tipo discontinuo, empleando una excavadora, un cargador frontal y 3 volquetes.

GREGÓRIO ISAQUE, De Macedo Filho (2010) en su tesis “El método de extracción por transferencia como alternativa sostenible para la explotación de yeso en el Pólo Gesseiro Do Araripe – Brasil” de la Universidad Politécnica de Catalunya, tuvo como finalidad comparar el método de cortas (usado tradicionalmente) con el método por transferencia para la explotación de yeso en el Pólo do Araripe desde el punto de vista económico y ambiental. El autor concluyó que, utilizar el método de transferencia es favorable para las empresas mineras debido a que mejora la producción y el material extraído es económicamente rentable, y lo más importante es que no causa impactos ambientales, debido a que los tajos explotados son nuevamente recubiertos por el material estéril.

ALVAREZ GIMENEZ, Iván Domingo (2006) en su tesis “Plan de explotación minero de la cantera C.A. Cantera Yaracuy, municipio La Trinidad, sector Las Casitas, estado Yaracuy”, para obtener el título de ingeniero de minas por la Universidad Central De Venezuela, tuvo como objetivo diseñar un plan de explotación para la extracción de caliza marmórea teniendo en cuenta las características del terreno y del yacimiento, la cual es comercializada como agregado o piedra picada. El autor concluye que el método de explotación a aplicarse es por banqueo descendente, cuya altura de banco es de 10 metros, ancho de berma de seguridad de 4 metros, ángulo de talud de 72° y un ángulo de alud final de 55°; la producción al mes es de 15,000 m³ con una vida útil de 2 años.

1.2.2. Nivel nacional

SOTO MESTANZA, Marco Antonio y CHÁVEZ RODRÍGUEZ, Miguel ÁNGEL (2016) en su tesis “Estudio de factibilidad técnica y económica de explotación de mármol, para optimizar la rentabilidad económica en la concesión minera cantera San Rita, Cajamarca 2016”, para obtener el título de ingeniero de minas por la Universidad Privada Del Norte, tuvo como objetivo aumentar la producción mediante el estudio técnico que contemple las diferentes etapas de operación para optimizar la rentabilidad de la empresa minera. El autor propone el método de explotación a tajo abierto tipo cantera, para ello, se elaboraran bancos con una altura de 8 metros, un ángulo de talud de 63° y un factor de seguridad de 1.65 de tal manera que asegure condiciones de seguridad durante las operaciones; la cantera está proyectada con una vida útil de 85 años, un volumen de mármol de 71,727 m³ y una producción de 3500 m³/mes.

QUISPE TITO, Cesar (2016) en su tesis “Evaluación geológica – geotécnica para el proceso constructivo de la avenida Jallihuaya – Puno”, para obtener el título de ingeniero geólogo por la Universidad Nacional Del Altiplano, tuvo como finalidad realizar un análisis geológico y geotécnico para la construcción de una vía en Puno, con ayuda de ensayos in situ y ensayos de laboratorio. El autor recalca en la investigación la importancia del estudio de la geología y la geotecnia, las cuales ayudan a determinar que en el yacimiento se encuentran depositados materiales sedimentarios con características inestables, blandas de baja consistencia y material fracturado, trayendo consigo ventajas para la factibilidad de la extracción del material.

MAMANI, José (2016) en su tesis “Aplicación del método de explotación Strip Mining (Transferencia) selectivo para optimizar rocas minerales industriales - unidad extractiva Inkabor SAC.”, menciona que se realizaron estudios de campo los cuales determinaron que el método de explotación por transferencia recupera 195209 TMH de mineral, el cual es beneficioso para la producción de los materiales no metálicos. Ante lo expuesto, el autor concluye que el método Strip Mining es efectivo debido a que al momento de aplicar este método las operaciones mineras mejoraron conllevando al incremento de la producción.

ALVARADO CLAVIJO, Nelson Javier (2013) en su tesis “Gestión en la producción de agregados para pavimentos, caso Quinua – San Francisco tramo I”, para obtener el título de ingeniero civil por la Universidad Ricardo Palma, tuvo como objetivo emplear herramientas de gestión que permitan planificar las actividades mineras a corto, mediano y largo plazo. El autor resalta la importancia que tiene la investigación oportuna de las diferentes actividades de la extracción de los agregados y sus diferentes procesos de estos, logrando poder identificar la calidad de los agregados dependiendo de sus características físicas y mecánicas, trayendo consigo un resultado positivo para la selección de equipos.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Ciencias

A. Geología

La geología es una ciencia dedicada al estudio de la tierra, evaluando las características de la muestra de roca intacta, a la vez, realiza una descripción de las discontinuidades y caracterización del macizo rocoso. También se basa en la identificación de las estructuras geológicas y el grado de meteorización que estas presentan y además de estudios litológicos para identificar la composición de las rocas (Rodríguez, 2013).

Geología regional: La geología regional está caracterizada por un ciclo de orogénesis, denudación y también de una sedimentación que es propia de un geosinclinal continental, de la misma forma podemos encontrar en la región unidades de tipos de formaciones litoestratigráficas de las eras del Paleozoico y del Cenozoico; la era del cenozoico sus

características son representadas por formaciones sedimentarias y geoformas que son representadas por el relieve que se presenta actualmente en la zona, estas fueron originadas a causa de procesos geológicos, son depósitos amplios inconsolidados y potentes, que tienen orígenes denudacional y de un intemperismo de las rocas de basamento que son aflorados en la superficie. La variedad de estos depósitos sedimentarios corresponde al cuaternario de las series continentales del Pleistoceno, Holoceno y también se encuentran la depositación reciente de sedimentos de diversos orígenes; destacando principalmente los depósitos de origen eólico, que están constituidas de arenas de granulometría fina, estas han sido transportadas a velocidades medias con vientos de dirección de sur a Norte. También se encuentran en abundancia los depósitos del tipo fluvio - aluviales contemporáneos, están compuestos de grava de diferente granulometría; arena de relleno y de matriz limo arcilloso, a causa de la intensa actividad fluvial que tienen los valles con dirección Este- Oeste, como son los ríos de: Zaña, Chancay, Reque, La Leche, salas, Motupe, Jayanca, Olmos, Cascajal, San Cristóbal y también Insculas. Por otro lado, existen depósitos de origen aluvial del pleistoceno, depositados en las extensas planicies de Morrope con dirección Norte (Estudio geológico del gobierno regional de Lambayeque, 2013).

Geología local: Describe brevemente el área de estudio de acuerdo a sus características geomorfológicas, indicando la zona, formaciones y tipo de yacimiento al cual pertenece. Las características de la geología local del distrito de Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, está ubicada sobre paleo terrazas, y alrededor se encuentra el cerro Azul característico de la zona, estas terrazas son cuaternarios y están ubicadas en estuarios muy profundas donde ha habido una sedimentación muy profunda, esta sedimentación permite tener una potencia muy valiosa para la cantera de áridos, formado por depósitos fluviales, la dirección de estos depósitos está ubicada al Noreste de la región según la dirección de la corriente, estos depósitos son originados principalmente por el fenómeno llamado El Niño que ocurre normalmente cada 5 - 6 años aproximadamente, toda la zona esta coberturada en un depósito de agua dulce, la proveniencia de esta agua viene del cerro azul producto de las lluvias, por tal motivo las corrientes de agua van a contribuir a erosionar la roca, a la sedimentación de los diferentes materiales arrastrados y de esa manera se logra la formación del depósito sedimentario (Estudio geológico del gobierno regional de Lambayeque, 2013).

B. Geotecnia

La geotecnia permite conocer el tipo de comportamiento de los materiales del suelo y las diferentes propiedades mecánicas, hidráulicas de los materiales que están depositados en el mismo (Escobar y Gonzalo, 2017).

- **Ensayo de análisis químico:** El ensayo de análisis químico nos permite conocer las diferentes características y sus reacciones químicas.
 - ✓ **% de contenido de sales:** El contenido de sales es el porcentaje de salinidad que se encuentra formando parte del material de interés.
 - ✓ **% de contenido de carbonatos:** El contenido de carbonatos es el porcentaje de contenido de sales que forman parte del ácido carbónico que se encuentra en el material de interés.
 - ✓ **% de contenido de sulfatos:** El contenido de sulfatos es el porcentaje de contenido de sales que se encuentran dentro del ácido sulfúrico y a la vez estos formando parte del material de interés.
 - ✓ **% de contenido de cloruros:** El contenido de cloruros son sales que presentan un estado de oxidación y estos se encuentran en porcentajes en los suelos.
- **Ensayos de mecánica de suelos:** Los ensayos de mecánica de suelos nos permiten determinar el grado de consolidación de los suelos naturales como: Arenas, arcillas, limos, etc. Como sabemos el suelo es una mezcla de materiales sólidos, líquidos (agua) y gaseoso (aire), los cuales forman parte de la disponibilidad que se encuentran depositados los materiales, con diversidad de propiedades físico mecánicas, que lograron adquirir durante su transporte y depositación debido a los agentes externos.
 - ✓ **% de humedad:** El porcentaje de humedad de un suelo es el resultado de la cantidad de agua que está concentrada en un volumen determinado de tierra que hay en un determinado terreno.
 - ✓ **Peso específico:** El peso específico de un suelo es la relación del peso con el volumen y es un valor necesariamente dependiente de la humedad, de los espacios de aire, y del peso de las diferentes partículas sólidas.

- ✓ **Densidad:** La densidad de un suelo se establece en relación entre la masa y el volumen, es por ello que nos ayuda a determinar el grado de compactación que se encuentra o de lo contrario la elevada separación granulométrica que existe en el medio a estudiar.
- ✓ **Granulometría:** La granulometría es la medición y graduación que se realiza a los granos que forman un determinado tipo de material de los yacimientos sedimentarios (Mesones Muro 2018).

C. Topografía

La topografía es una ciencia que se encarga de la geometría de una zona relativamente representativa de la tierra en donde se va realizar el estudio de interés, la cual realiza la descripción del area que se necesita para tener referencia representativa del relieve o superficie de la zona urbana y del area donde se va realizar las diferentes operaciones (Fuentes, 2012).

- ✓ **Levantamiento topográfico:** El levantamiento topográfico viene hacer las diferentes operaciones que uno realiza para determinar posiciones sobre la superficie de la tierra, teniendo en cuenta sus características naturales o artificiales de una zona de interés; para realizar debidamente estas operaciones tenemos que tener en cuenta dos etapas; el trabajo en campo como primer paso, que tiene como función la recolección de datos y como segundo paso el trabajo en gabinete que consiste en la realización del cálculo de las posiciones de los puntos encontrados en la zona de interés. Cabe recalcar que los levantamientos topográficos se realizan la mayor parte para el cálculo de superficies y volúmenes.

1.3.2. Método de extracción por transferencias

A. Método de extracción por transferencia

La explotación de minería a cielo abierto que se realiza mediante el método de extracción por transferencia se realiza de forma bidimensional con profundidades fijas o casi fijas, de yacimiento horizontales con o sin recubrimiento de vegetación o material estéril; la

extracción del material que se realiza es normalmente de un solo frente, llegando a profundizar hasta el muro del estrato y en dos escalones, luego que se determina el frente de extracción se efectúa el avance hacia el destape del estéril, llevando luego este material inerte al hueco destapado durante la primera explotación, por siguiente se extrae el material liberado siguiendo en secuencia en sentido de la explotación; es por ello que este método es ventajoso por motivo que genera la reforestación de acuerdo al avance generando un factor satisfactorio en cuanto al impacto ambiental de la zona de explotación (Centro nacional minero, 2003).

Se tuvo en cuenta los siguientes factores con la finalidad de obtener información valiosa y a las ves objetivas, para lograr determinar el método de extracción propuesto: Factores geométricos, geotécnicos, operativos y medioambientales.

B. Secuencia de extracción

Es la etapa de operación que se realiza en el frente de explotación y es de forma continua, donde la excavación se ejecuta con maquinaria, por ende removerán el material. Esta operación se inicia desde el desbroce, que viene hacer el destape del material y vegetación que se encuentra en la parte superior del material en interés, logrando obtener el area limpia de material estéril; este material es depositado en el primer hueco generado, luego se realiza la extracción del material por medio de una excavadora, para luego el material ser llevado por un cargador frontal hacia las zarandas ubicadas estratégicamente que permiten la selección del material de diferentes dimensiones, espesores y granulométricos; y por último, el material seleccionado es transportado hacia la chancadora para su reducción del material dependiendo de las demandas del mercado actual.

1.3.3. Mejora de la producción de agregados

A. Cálculo de reservas

El cálculo de reservas se divide en dos fases, una que son las reservas probadas, esta es la parte factible económicamente explotable del recurso mineral estudiado y medido, esto incluye al material diluido y la diferentes tolerancias por pérdidas ocasionadas durante las

diferentes actividades cuando se extrae el material de interés; en esta fase se tienen que realizar estudios apropiados que garanticen la factibilidad, estudios económicos en cuanto al mercado, las bases legales medioambientales, sociales y gubernamentales. La segunda fase es la reserva probable esta es la parte económicamente explotable del yacimiento en interés acá también incluye los materiales diluidos y las pérdidas del material debido a las diferentes actividades realizadas, se realizan evaluaciones apropiadas que garantizan la factibilidad e incluyen las consideraciones y modificaciones por los factores asumidos por la minería; también se realiza estudios de mercado, el marco legal en cuanto al medio ambiente, social y gubernamentales; estos estudios ya evaluados demuestran a la fecha que se presenta el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente. Pero debemos tener en cuenta que esta fase tiene un nivel más bajo de confianza que la primera fase (García, 2011).

El cálculo de reservas de la cantera Corporación Herrera S.A.C se realizara con el método de cubicación de reservas, el cual permitirá determinar el volumen del material de la zona.

- **Estimación de reservas con el software RecMin:** El software RecMin es un programa de modelamiento de mina de use libre. Para el diseño de la cantera del presente trabajo de investigación es necesario extraer las curvas de nivel de la cantera Corporación Herrera SAC.

Para extraer las curvas de nivel se utilizó el software libre SAS Planet y el software Global Mapper, el primero es un software libre de origen ruso, el cual tiene la capacidad de tomar imágenes satelitales geo referenciadas en alta calidad. Global Mapper se utilizó para extraer las curvas de nivel de la imagen satelital y un modelo de elevación digital ASTER, para el presente trabajo se consideró unas curvas de nivel cada 1 metro debido a que la zona de explotación es relativamente plana y uniforme.

Para calcular las reservas o el volumen total, se utilizó el método de los perfiles o secciones, este método consiste en realizar, como su mismo nombre lo dice, secciones a lo largo del cuerpo de material. Así forma una serie de secciones espaciadas uniformemente entre sí. El producto entre el area de cada sección por el espaciamiento da un volumen parcial, la suma de todos los volúmenes parciales da un volumen total.

- **Vida Útil:** La vida útil de la cantera Corporación Herrera S.A.C se va a lograr determinar de acuerdo a los resultados obtenidos después de realizar el cálculo de reservas, el cual nos va permitir determinar el volumen extraído actualmente durante las labores realizadas de extracción, que a la vez estos vienen hacer las reservas probadas y también se podrá determinar las reservas probables, permitiendo determinar la proyección de la vida útil de la cantera.

B. Perfil estratigráfico

El perfil estratigráfico se puede obtener a partir de la realización de perforaciones, cortes generados por excavadoras o cortes naturales del terreno, por lo tanto al tener el frente de estos cortes se puede visualizar los diferentes estratos de acuerdo a la depositación realizada de forma natural de los materiales, teniendo en cuenta esta información visualizada se puede realizar el reconocimiento de los diferentes tipos de materiales que conforman la columna estratigráfica, mediante el cual se puede realizar una reconstrucción estratigráfica de acuerdo a la profundidad característica del area de interés (Torres, 2014). El perfil estratigráfico de la cantera Corporación Herrera S.A.C., se va realizar con el reconocimiento de los materiales depositados en los diferentes estratos, los cuales se pueden visualizar gracias al frente de explotación que se encuentra actualmente en proceso de extracción, dicho frente permite visualizar los espesores y los diferentes tipos de materiales de acuerdo a su depositación, además se va realizar calicatas con la ayuda de una excavadora.

C. Selección de equipos

Para llevar a cabo la adecuada selección de los equipos a utilizar ya sea en minería o en canteras se debe de tener en cuenta ciertos factores tales como: La topografía del terreno, las reservas a explotar, las distancias de transporte del material hasta el area donde se llevar a cabo su procesamiento y la vida útil de mina o cantera. “Cuanto mayor sea el volumen de operación de la mina, mayor capacidad deberá tener el equipo para poder mantener el plan de la mina (Hethmon, S.f, p. 20). Por otro lado, el tamaño del equipo a utilizar debe estar de acuerdo con las instalaciones de mantenimiento adecuadas, tales como: Tamaño y calidad de las vías de acarreo, herramientas e instalaciones de mantenimiento.

1.3.4. Marco legal

- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N°024 – 2016 - EM.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N°024 – 2016 - EM. En el Capítulo II, hace referencia a los estándares de las operaciones mineras a cielo abierto; en el subcapítulo I, Artículo 262, resalta las diferentes etapas que se realiza en la exploración y explotación, tomando en cuenta también la preparación y desarrollo de la mina, teniendo en cuenta que los interesados deberán cumplir la aplicación de un diseño según las características del depósito en interés considerando su altura y el talud de los bancos, su gradiente y ancho de rampas correspondientemente, tener en cuenta su talud de operación y su talud final del tajo, su ancho mínimo de bermas de seguridad, su ubicación y diseño de los botaderos y la ubicación de las pilas del material, las condiciones respectivas de tránsito y de equipos y trabajadores. Teniendo en cuenta que las gradientes de las rampas no sean mayores del 12 %, construir vías y rampas que no sean no menos de tres (3) veces del ancho del vehículo más grande y no menos de dos (2) veces en la construcción de vías de un solo sentido. Debe tener presente la construcción de bermas de seguridad para dar pase a la maquinaria o vehículos que circulen en sentido contrario; manteniendo la señalización del sector con material reflexivo de alta intensidad.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N°024 – 2016 - EM. En el Capítulo II, hace referencia a los estándares de las operaciones mineras a cielo abierto; en el subcapítulo I, Artículo 263, recalca que el titular le corresponde realizar los diferentes estudios como son: la geología, geo mecánica, hidrología, hidrogeología, y mecánica de rocas con el fin de mantener las operaciones seguras.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N°024 – 2016 - EM. En el Capítulo II, hace referencia a los estándares de las operaciones mineras a cielo abierto; en el subcapítulo I, Artículo 263, menciona que en las operaciones de minería a cielo abierto, los botaderos de desmonte y de suelo orgánico superficial deben operarse de acuerdo a lo aprobado por la Dirección General de Minería o del gobierno Regional, dependiendo donde se realice las actividades.

- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N°024 - 2016 - EM. En el Capítulo II, hace referencia a los estándares de las operaciones mineras a cielo abierto; en el subcapítulo III, Artículo 271, hace referencia del uso adecuado de los equipos a utilizar, teniendo en cuenta las inspecciones programadas sobre el mantenimiento de los equipos en las diferentes actividades, se debe tener en cuenta los códigos de señales auditivas utilizando el claxon en el momento que el operador del cargador frontal y excavadora se encuentre dentro del tajo.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N°024 – 2016 - EM. En el Capítulo II, hace referencia a los estándares de las operaciones mineras a cielo abierto; en el subcapítulo III, Artículo 272, recalca que los diferentes equipos que se van utilizar en las operaciones estos deben ser operados solamente por personal capacitado y autorizado, teniendo en cuenta que este personal debe contar con la respectiva licencia de acuerdo al tipo de maquinaria a utilizar.
 - Texto único ordenado de la ley general de minería (D.S. N°014 – 92 - EM).
 - Constitución política del Perú Art 2° inciso 22.
 - Reglamento para la protección ambiental en la actividad minero – metalúrgica (D.S. N°016 – 93 - EM).
 - Ley N°27651 Ley de promoción y formalización de la pequeña minería y minería artesanal y reglamento modificado por D.L. N°1040, D.S. N°013 – 2002 – EM y reglamento de la ley de Formalización y Promoción de la pequeña minería y minería artesanal.
 - Ley N°27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

1.4. Formulación del problema

¿En qué medida la aplicación del método de extracción por transferencia mejorará la producción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018?

1.5. Justificación del estudio

Justificación técnica: El estudio de investigación se justificó técnicamente porque pretende realizar un estudio sobre la forma en que se viene realizando la extracción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C., Mesones Muro, poniendo en práctica los conocimientos teóricos de la geología y la geotecnia y de esta manera aplicar un método de extracción que permita el aumento de la producción.

Justificación practica: Asimismo, presenta también una justificación practica al permitir solucionar a la cantera Corporación Herrera S.A.C., Mesones Muro, uno de los procedimientos esenciales a la hora de llevar a cabo el arranque del material, mediante una serie de pasos realizados in situ y en gabinete, de tal manera que permita evaluar las mejores condiciones tanto técnicas y económicas para la aplicación del método de extracción por transferencia.

Justificación metodológica: Por otro lado, se justifica metodológicamente ya que para su estudio parte del conocimiento geológico y geotécnico del talud, que unido con el estudio de los factores exógenos que actúan sobre el terreno, definen los mecanismos de rotura y deformación y el comportamiento de los materiales.

Justificación económica: De la misma forma, presenta una relevancia económica, pues se pretende establecer medidas de prevención y control para reducir los niveles de amenaza y riesgo tanto económicos como de pérdidas humanas debido a que lo más importante en minería es el aumento de la producción y la reducción de costos, por ello el método que se propone debe de satisfacer estos requisitos, sino no sería factible aplicarlo.

Justificación social: Por último, presenta una relevancia social, ya que como estudiantes y futuros profesionales de la carrera de ingeniería de minas es nuestra obligación contribuir al crecimiento y desarrollo social de la industria minera, no solo en productividad sino también en buscar mecanismos y herramientas que mejoren la calidad de vida de nuestro equipo de trabajo y de la sociedad en general, aplicando nuestros valores éticos, contribuyendo con una sociedad más satisfecha respecto a sus necesidades. La importancia que tiene la presente investigación es el incremento de la producción y la reducción de

costos, es por ello que se propone un método de extracción por transferencia para la cantera, el cual es utilizado para la extracción de cualquier tipo de yacimientos.

1.6. Hipótesis

Con la propuesta del método de extracción por transferencia se podrá mejorar la producción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Proponer el método de extracción por transferencia para mejorar la extracción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018.

1.7.2. Objetivo específicos

- Realizar el reconocimiento del área de estudio, para determinar el estado actual en que se encuentra la cantera.
- Determinar la geología del área de estudio mediante el uso de calicatas para explorar el yacimiento.
- Realizar un estudio de análisis de calidad de los agregados para determinar su uso en la industria.
- Determinar las reservas probadas y probables del yacimiento por medio del software RecMin.
- Evaluar la secuencia de aplicación del método de extracción por transferencia.
- Realizar una evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

Cabe precisar que el tipo de investigación es de naturaleza cuantitativa con un diseño descriptivo propositivo, el mismo que según Hernández, Fernández y Batista (2014) este tipo de diseño elegido tiene por objetivo describir la incidencia y las manifestaciones de las variables para luego elaborar una propuesta que sirva de solución al problema investigado.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variables

Variable independiente: Método de extracción por transferencia.

Variable dependiente: Mejora en la producción de agregados.

a) **Método de extracción por transferencia:** El método de explotación por transferencia se realiza en yacimientos tumbados y horizontales, estos depósitos cuentan con recubrimientos relativamente inferiores, por lo general sus potencias son menores a los 50 m de profundidad, en este tipo de método su avance se realiza de manera unidireccional contando con un solo banco, enfocándose primero en el arranque del estéril para no contaminar el material de valor, a la vez este material estéril es vertido en el hueco generado anteriormente por el arranque del primer frente, luego el material de interés es extraído; las máquinas utilizadas en las diferentes operaciones son escogidas de acuerdo al volumen de reservas extraíbles o en todo caso de acuerdo a su producción diaria requerida por la empresa, las maquinas más frecuentes a utilizar en estos casos son las dragalinas en grandes minas y en pequeñas minas son los equipos convencionales como son los tractores, cargadores frontales, excavadoras y volquetes para el traslado del material (HERRERA, Juan, 2006).

b) **Mejora en la producción de agregados:** La exploración de canteras está orientada a ubicar la calidad, distancia y volumen de los tipos de materiales necesarios para la construcción, para ello, se debe ubicar y definir las canteras más convenientes por

cada tipo de material. (...). Los agregados usados en construcción son de suma importancia, pues son la materia prima para la preparación del concreto utilizado masivamente en las construcciones y obras civiles en general (Arangurí, 2015, p.11).

2.2.2. Operacionalización

Tabla 1: Operacionalización de variables.

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Método de extracción por transferencia	Parámetros de diseño	P. Geométricos (características del yacimiento) P. operativos (diseño de bancos de trabajo)	Guía de observación
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Mejora en la producción de agregados	Geología	G. Regional G. Local	Guía de observación
	Topografía	Levantamiento topográfico	Guía de observación
	Calculo de reservas	R. Probadas R. Probables Vida útil	Guía de observación
	Ensayos de laboratorio	% contenido de impurezas en el material suelo (sales, carbonatos, sulfatos, cloruros) Propiedades físicas y mecánicas de los suelos	Guía de laboratorio
	Evaluación económica	Costos de producción Costos de operación	Entrevista

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Está conformada por la concesión de Canteras del Norte con una extensión de 200 ha.

2.3.2. Muestra

La muestra fue seleccionada a través de la técnica muestral No probabilística, la cual está compuesta por 10 ha, pertenecientes a los petitorios correspondientes al sr. Deivy Herrera Vásquez y el segundo petitorio corresponde al sr. Segundo Andonero Herrera Vásquez, dicha área está conformada por 30 ha, las cuales hacen un total de 40 ha, y a la vez los solicitantes son dueños de la empresa Corporación Herrera S.A.C.

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

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de la información del trabajo de investigación se utilizaron las técnicas documentales y de campo.

- a) **Técnica de investigación documental:** Llamada también técnica de gabinete, la misma que ayudó a realizar la indagación y análisis de la información documental. Esta técnica se utilizó en el primer momento para el empleo de la información bibliográfica que permita la identificación del problema y la construcción del marco teórico (Campos, 2015). Asimismo, se empleó al empleo de citas tanto textuales y de parafraseo las mismas que permitieron ubicar a los autores obtenidos de repositorios y espacios realmente reconocidos. Las fuentes son de tipo bibliográficas y hemerográficas, así como libros digitales y artículos de revistas digitales.
- b) **Técnica de campo:** Este tipo de técnica ayudó a recabar información y datos a partir del contacto directo y acercamiento con el objeto de investigación, entre las que se

emplearon en el trabajo de investigación se encuentran: Técnica la observación y técnica de la entrevista.

- **Técnica de observación directa:** Con esta técnica se obtuvo información directa mediante una visita a la cantera corporación herrera S.A.C. Haciendo uso de una guía de observación. Entre las cuales tenemos: Guía de observación de campo y guía de observación de laboratorio
- **Técnica de entrevista:** Con esta técnica se pudo recoger información de primera mano haciendo uso de la entrevista a las muestras elegidas, quienes deben contar con información y experiencia sobre el tema de estudio y para ello se respaldará en el siguiente instrumento: Guía de entrevista

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- **Guías de observación de laboratorio:** Las guías de observación del laboratorio sirvieron para determinar la calidad del material o el porcentaje de impurezas que este presenta, mediante ensayos químicos de laboratorio, las cuales nos permitirán conocer el porcentaje de sales, carbonatos, sulfatos y cloruros. Por otro lado, se realizó una guía de observación de laboratorio en mecánica de suelos que permitieron determinar las propiedades físicas mecánicas de los suelos para determinar el porcentaje de humedad, la granulometría, densidad y peso específico de los materiales.
- **Guía de entrevista:** La guía de entrevista fue elaborada con el objetivo de conocer en qué condiciones se encontraba la cantera y como es que se realizan las operaciones de extracción del material. Se realizaron 11 preguntas al dueño y al gerente de la empresa.

2.4.3. Validez y confiabilidad

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos aplicados en la investigación para la obtención de información del objeto o variables de estudio arrojaron resultados confiables y veraces a la vez que permitieron desarrollar los objetivos planteados de forma sistemática.

2.5. Método de análisis de datos

Los métodos que se emplearon en el trabajo de investigación fueron: El método analítico y el método sistemático.

- **Método analítico:** Se realiza en base a la identificación y separación de los componentes de un todo que se estará investigando en la cantera Corporación Herrera S.A.C en el cual se realizó un estudio minucioso de las partes que lo conforman y la forma de cómo estos funcionan.
- **Método sistémico:** Este método nos permitió establecer un orden en base a manejo de reglas que la propia investigación brinda, lo que permitirá llegar a tener una comprensión sistémica de una situación dada.

En el análisis de los diferentes datos encontrados se realiza pruebas de hipótesis y técnicas de tratamientos estadísticos. El desarrollo de la información nos permite ordenar de forma objetiva para la realización gráficos, en ciertas etapas y tipos de investigación realizando la interpretación de toda la información con base a los planteamientos teóricos, sustentado en base del estudio realizado.

2.6. Aspectos éticos

Según los principios establecidos por la Universidad Cesar Vallejo y la credibilidad de la investigación los aspectos éticos a tomar en cuenta en el presente proyecto de investigación son los siguientes: Manejo de fuentes de consulta, claridad en los objetivos de la investigación, transparencia de los datos obtenidos, Confidencialidad y Profundidad en el desarrollo del tema.

- **Manejo de fuentes de consulta:** Se tuvo en cuenta las fichas bibliográficas con documentos completos. Los archivos fueron investigados con todas las fuentes. Cabe recalcar que se ha mencionado las citas textuales y las no textuales. Lograr diferenciar las aportaciones de personas ajenas a la investigación, de las propias. Comprender e

interpretar los textos de manera objetiva, logrando su entendimiento para luego no modificarlos de manera subjetiva.

- **Claridad en los objetivos de la investigación:** Lograr plasmar los objetivos dando a conocer de manera objetiva desde un principio que se persiguen antes de la entrada en el campo de la investigación. Es por ello que la investigación se va a llevar a cabo de manera objetiva, para luego no manipular los objetivos de acuerdo a la conveniencia personal.
- **Transparencia de los datos obtenidos:** Se tiene en cuenta lograr plasmar en el informe de la investigación tal como ocurrieron las cosas. Procurar que las interpretaciones realizadas personalmente no se alteren con los hechos, es por ello se determina límites durante la investigación, para no permitir manipular los alcances de la misma.
- **Profundidad en el desarrollo del tema:** Lograr analizar las diferentes actitudes en torno al tema de la investigación, teniendo dominio sobre la temática que se requiere en la investigación. Estar en constante búsqueda de fuentes y archivos actualizados con respecto al estudio de interés.
- **Respeto por las personas en su integridad y autonomía:** Reconoce la dignidad humana, independientemente del origen, estatus social o económico, etnia, género u otra característica que se presente, donde los intereses y el bienestar del ser humano están por encima de los intereses de la ciencia, y se considera su autodeterminación como su cosmovisión cultural.
- **Justicia:** Se refiere al principio moral e igualitario de los participantes en la investigación, sin exclusión alguna.
- **Honestidad:** Se toma al proceso de transparencia durante la investigación, en la difusión de los hechos investigados de tal modo que sea posible lo reiterativo de los resultados en caso de que otros investigadores desearan confirmar los hechos conocidos en nuevos estudios o bajo condiciones experimentales totalmente diferentes. El

investigador debe tener presente los derechos de propiedad intelectual de otros investigadores, lo que significa evitar el plagio de manera total o parcial de las investigaciones de otros autores.

- **Responsabilidad:** El investigador deberá afianzar que la investigación se ha realizado cumpliendo estrictamente con los requerimientos éticos, legales y de seguridad, respetando los términos y las condiciones establecidas en el proyecto de investigación.

III.RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de manera objetiva de la aplicación de los instrumentos y considerando cada uno de los objetivos de la investigación. La presentación de los resultados obtenidos se realiza a través de tablas, cuadros y mapas con sus respectivos análisis característicos.

3.1. Estado actual de la cantera Corporación Herrera S.A.C.

3.1.1. Ubicación

Ésta área se encuentra peticionada por la Corporación Herrera S.A.C dentro del Registro Integral de Formalización Minera (REINFO), dichos petitorios pertenecen a Segundo Andonero Herrera (A1) y Deivy herrera (A2).

El área del proyecto comprende 40 hectáreas, ubicada en la Carta Nacional CHONGOYAPE (14-D) Zona 17 del Distrito de Mesones Muro, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque. El área pertenece a la zona de explotación de las cuales actualmente están explotando 1.3 hectáreas.

Tabla 2: Coordenadas geográficas UTM WGS84 de "Canteras Del Norte".

COORDENADAS UTM DEL ÁREA DE LA CANTERA		
Vértice	Norte	Este
01	9,268,635.58	646,745.48
02	9,268,635.61	648,745.46
03	9,266,635.62	648,745.46
04	9,266,635.59	646,745.48

Fuente: Elaboración propia, 2019.

En la tabla N°3 se muestran las coordenadas y el área total del primer petitorio pertenecientes al sr. Deivy Herrera Vásquez, las cuales forman parte de la primera etapa de la secuencia de extracción del material, las cuales están conformadas de 10 hectáreas y 1.3 hectáreas extraídas.

Tabla 3: Delimitación del área de explotación A1 - primer petitorio.

PUNTOS GPS A.1				
Vértice	Este	Norte	Elevación	Área total
01	648220.766	9267727.1	118.844	10 hectáreas
02	648022.716	9267273	113.439	
03	648034.153	9267280.56	114	
04	648058.026	9267293.48	115.195	
05	648094.05	9267304.61	116	
06	648092.405	9267306.42	117	
07	648122.377	9267306.55	118	
08	648151.888	9267305.26	119	
09	648196.562	9267299.67	120	
10	648260.686	9267269.03	120.914	
11	648386.716	9267796	122.084	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla N°4 muestra las coordenadas del segundo petitorio del sr. Segundo Andonero Herrera Vásquez, las cuales forman parte de la segunda fase de la secuencia de extracción, lo cual está conformado de 30 hectáreas.

Tabla 4: Delimitación del área de explotación A2 - segundo petitorio.

PUNTOS GPS A.2				
Vértice	Este	Norte	Elevación	Área total
01	648220.766	9267727.1	118.844	30 hectáreas
02	648022.716	9267273	113.439	
03	647660.775	9267362.06	110.00	
04	647355.55	9267436.96	106.072	
05	647532.79	9267802.75	110.85	
06	647877.736	9267764.91	113	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El área del proyecto comprende 40 hectáreas, Ubicada en la Carta Nacional CHONGOYAPE (14-D) Zona 17 del Distrito de Mesones Muro, Provincia de Chiclayo,

Departamento de Lambayeque. El área pertenece a la zona de explotación de las cuales actualmente están explotando 1.3 hectáreas.

3.1.2. Principales instalaciones y maquinaria disponible de la cantera

Instalaciones:

La tabla N°5 hace mención a las coordenadas de los diferentes puntos de ubicación de las instalaciones e infraestructura actual de la cantera Corporación Herrera S.A.C., las cuales fueron obtenidas con GPS (Garmin etrex 10).

Tabla 5: Coordenadas UTM WGS84 de las instalaciones de la cantera Corporación Herrera S.A.C.

N°	INSTALACIONES	COORDENADAS U.T.M. – PSAD 56		ALTURA
		Este (X)	Norte (Y)	
A1	Cancha Acum.Mat.Const	648,200.00	9,267,255.00	135 m.s.n.m.
A2	Cancha Acum.Mat.Const	648,162.00	9,267,223.00	132 m.s.n.m.
B	Botadero	648,125.00	9,267,255.00	119 m.s.n.m.
C	Almacén	648,276.00	9,266,917.00	136 m.s.n.m.
D	Oficina	648,286.00	9,267,038.00	137 m.s.n.m.
E	Área almacenamiento de agua	648,258.00	9,266,880.00	139 m.s.n.m.
F	Tanques de agua	648,264.00	9,266,886.00	-
G	Comedor	648,277.00	9,266,914.00	138 m.s.n.m.
H	Trinchera Sanitaria	648,282.00	9,266,889.00	137 m.s.n.m.
I	Garita de Control	648,201.00	9,267,159.00	136 m.s.n.m.
J	Cuarto del personal	648,286.00	9,266,901.00	137 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Maquinaria:

La tabla N°6 muestra las características principales de la maquinaria, que actualmente cuenta la cantera corporación Herrera S.A.C.

Tabla 6: Maquinaria disponible en la cantera Corporación Herrera S.A.C.

Nº	MAQUINARIA	MARCA	MODELO	Hp	CAPACIDAD
01	Excavadora	CAT	325C	188	1.7 m ³
02	Cargador frontal	Yutong	956H	115	3 m ³
01	Cargador frontal	CAT	950G	180	3.5 m ³
10	Volquetes	FAW	CA3256	375	17m ³
05	Volquetes	International	WorkStar	600	30 m ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.3. Producción actual de la planta chancadora Cerro Azul

Tabla 7: Producción de la chancadora Cerro Azul.

PLANTA CHANCADORA CERRO AZUL			
Producción	Volumen (m ³ /día)	Volumen (m ³ /mes)	Volumen (m ³ /año)
Ripio ½"	40	1,040.00	324,480.00
Ripio ¾"	50	1,300.00	405,600.00
Confitillo	10	260.00	81,120.00
Total	100	2,600.00	811,200.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.4. Volúmenes de material extraído

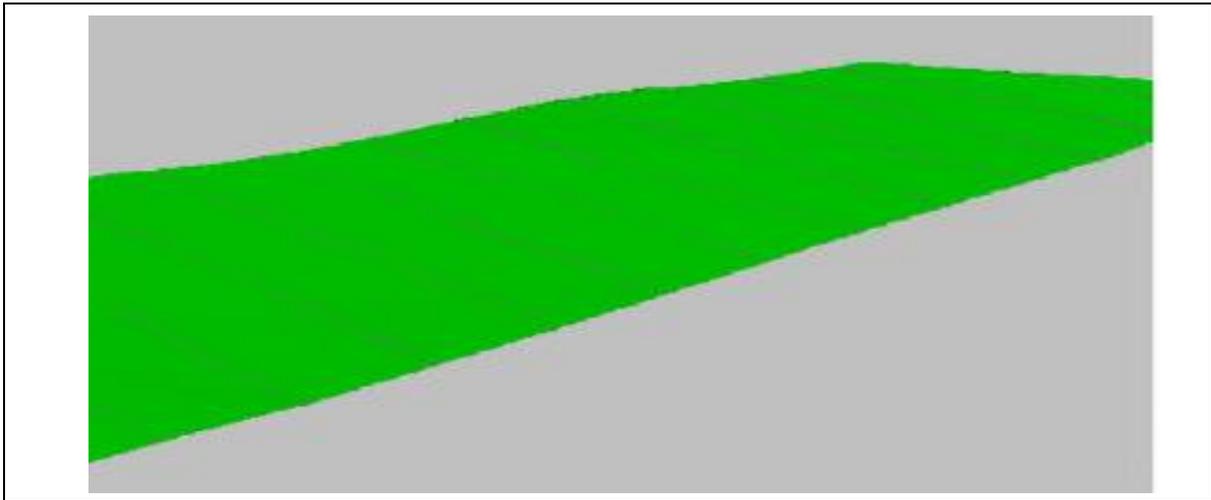
Actualmente se ha logrado la extracción de material de hasta 13000 m² aproximadamente.

Material orgánico:

En la tabla N°8 se muestra el resultado del cálculo de volumen del material orgánico proveniente de la primera capa, realizado cada 20 metros de distancia, dando como volumen total extraído 5200 m³.

Tabla 8: Volumen extraído de material orgánico.

Área	Volumen extraído
13000 m ²	5200 m ³



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Conglomerado:

En la tabla N°9 se muestra el resultado del cálculo de volumen con el software RecMin del material conglomerado (piedra y arena) proveniente de la segunda capa, dando como volumen total extraído 20,356.41 m³.

Tabla 9: Volumen extraído de conglomerados.

Sección	Área	Paso	Parcial	Total
1	0	20	-	-
2	87.48	20	874.8	874.8
3	194.93	20	2,824.10	3,698.90
4	267.27	20	4,622.00	8,320.90
5	306.53	20	5,738.00	14,058.90
6	208.53	20	5,150.60	19,209.50
7	0	11	1,146.91	20,356.41

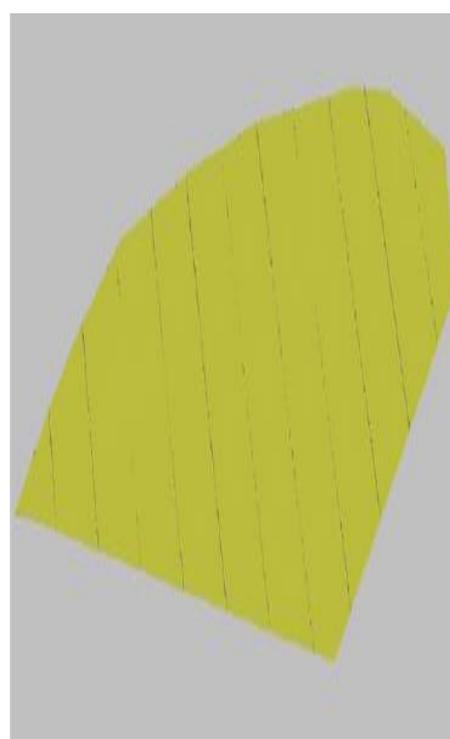
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Arena:

En la tabla N°10 se muestra el resultado del cálculo de volumen con el software RecMin del material de sedimentos finos (arena) proveniente de la tercera capa, dando como volumen total extraído 24,448.59 m³.

Tabla 10: Volumen extraído de arena.

Sección	Área	Paso	Parcial	Total
1	0	20	-	-
2	35.55	20	355.5	355.5
3	67.55	20	1,031.00	1,386.50
4	96.3	20	1,638.50	3,025.00
5	114.71	20	2,110.10	5,135.10
6	131.83	20	2,465.40	7,600.50
7	146.38	20	2,782.10	10,382.60
8	160.6	20	3,069.80	13,452.40
9	154.94	20	3,155.40	16,607.80
10	132.95	20	2,878.90	19,486.70
11	10.84	20	2,417.90	21,904.60
12	75.97	20	1,848.10	23,752.70
13	0	18.32	695.89	24,448.59



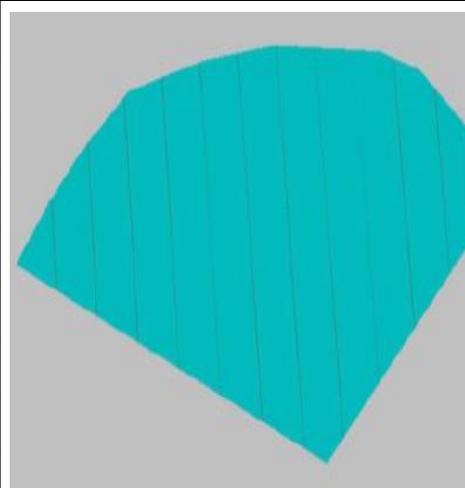
Fuente: Elaboración propia, 2019.

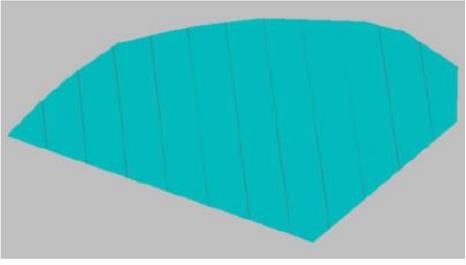
Arcilla:

En la tabla N°11 se muestra el resultado del cálculo de volumen con el software RecMin del material arcilloso proveniente de la cuarta capa, de la cual dicha capa cabe recalcar que no es de interés, dando como volumen total extraído 13,637.85 m³.

Tabla 11: Volumen extraído de arcilla.

Sección	Área	Paso	Parcial	Total
1	0	20	-	-
2	20.22	20	202.2	202.2
3	38.3	20	585.2	787.4
4	54.46	20	927.6	1,715.00
5	64.51	20	1,189.70	2,904.70
6	73.8	20	1,383.10	4,287.80
7	81.55	20	1,553.50	5,841.30
8	89.09	20	1,706.40	7,547.70



9	86.9	20	1,759.90	9,307.60	
10	74.11	20	1,610.10	10,917.70	
11	60	20	1,341.10	12,258.80	
12	40.66	20	1,006.60	13,265.40	
13	0	18.32	372.45	13,637.85	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El material extraído por la cantera Corporación Herrera S.A.C., actualmente es de un total del 63,642.85 m³, cabe recalcar que se toma todo por motivo que en la actualidad realizan las labores de extracción de manera empírica trayendo consigo una sobre excavación del material arcilloso, el cual no es de interés, generando pérdidas económicas y a la vez contaminación del material valioso.

Cabe recalcar que el material valioso extraído es de 44,805 m³ lo cual muestra la diferencia en cuanto el material inerte que es de 18,837.85 m³ generando este material inerte costos innecesarios. El material estéril extraído debido a una excavación la cual genera pérdidas económicas y a la vez genera una contaminación al material de interés a continuación se va a realizar el cálculo económico del material extraído por la excavadora durante el año de ejecución.

3.1.5. Rendimiento operativo de la maquinaria

Rendimiento de la excavadora CAT

Capacidad del cucharón: 1.75 m³

Material: Estéril (arcillas y limos)

Ciclo: 0.50 min.

Eficiencia: 75%

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times 0.75}{0.50 \text{ min}} = 90 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Cantidad del material = Capacidad del cucharon x factor de llenado

$$\text{Cantidad del material} = 1.5 \text{ m}^3 \times 1.1$$

$$\text{Cantidad del material} = 1.65 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = 1.65 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 90 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{Rendimiento} = 148.5 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

La tabla N°12 muestra el resultado del cálculo de la capacidad de la cuchara de la excavadora logrando obtener sus volúmenes totales durante día, mes y año. Por lo tanto, el material estéril removido es de 13,637.85 m³.

Tabla 12: Volumen calculado del material estéril movido por la excavadora.

Maquinaria	Capacidad	Volumen a mover en 4 horas diarias	Volumen a mover al mes	Volumen a mover al año
CAT 950G 3.5 m ³	1.5 m ³	594 m ³	15,444 m ³	185,328 m ³
Costo hora s/130	-	s/520.00	s/13,520.00	s/162,240.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla N°13 muestra el resultado del costo total en soles del movimiento del volumen del estéril realizado con la excavadora ocasionando un gasto económico innecesario, debido a la falta del reconocimiento del material de interés.

Tabla 13: Costo (en soles) que se genera en el arranque del volumen de material estéril.

Excavadora CAT	Volumen total a mover m ³	Tiempo de ejecución
1.75 m ³	13,637.85	Aproximadamente 22 días
Costo hora s/130	-	s/11,440.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La extracción fue realizada con una excavadora marca CAT 950G y la carga del material fue realizada con cargadores frontales con las características que se presentan en la tabla N°14. En la tabla de puede visualizar las características de los equipos utilizados en la

extracción del material, por lo que se va a pasar a realizar el cálculo del material extraído con la maquinaria.

Tabla 14: Características técnicas de la maquinaria de arranque y carga de la cantera.

N°	Maquinaria	Marca	Modelo	Hp	Capacidad
01	Excavadora	CAT	325C	188	1.5 m ³
02	Cargador frontal	Yutong	956H	115	3 m ³
01	Cargador frontal	CAT	950G	180	3.5 m ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.6. Precios de venta de los materiales

La tabla N°15 muestra los materiales con los precios que se comercializan en el mercado.

Tabla 15: Precios de venta de los materiales de cantera.

Material	Precios en cantera (soles/m ³)
Ripio ½"	55 +IGV
Ripio ¾"	55 +IGV
Afirmado	25 +IGV
Piedra base	25 +IGV
Arena	35 +IGV
confitillo	25 +IGV

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.2. Análisis geológico del área de estudio

3.2.1. Geología regional

El Estudio Geológico Del Gobierno Regional De Lambayeque (2013) indica que la geología regional del área de estudio está caracterizada por un ciclo de orogénesis, denudación y también de una sedimentación que es propia de un geosinclinal continental,

de la misma forma podemos encontrar en la región unidades de tipos de formaciones lito-estratigráficas de las eras del Paleozoico y del Cenozoico; la era del cenozoico sus características son representadas por formaciones sedimentarias y geoformas que son representadas por el relieve que se presenta actualmente en la zona, estas fueron originadas a causa de procesos geológicos, son depósitos amplios inconsolidados y potentes, que tienen orígenes denudacional y de un intemperismo de las rocas de basamento que son aflorados en la superficie; la variedad de estos depósitos corresponden al cuaternario.

Tabla 16: Geología regional del área de estudio.

Ciclos	Orogénesis		Denudación	Sedimentación			
Eras	Paleozoico		Mesozoico	Cenozoico			
Origen	Orogénesis		Denudacional				
Tipos De Depósitos	Fluvio - aluviales		Eólico	Aluviales			
Materiales	Matriz limo arcillosa	Arena de relleno	Grava de diferente granulometría	Arena de granulometría fina	Grava	arena	Matriz arenosa limosa
Yacimiento	Sedimentario y geoformas						

Fuente: Estudio geológico del gobierno regional de Lambayeque (2013).

3.2.2. Geología local

Las características de la geología local del distrito de Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, está ubicada sobre paleo terrazas, y alrededor se encuentra el cerro Azul característico de la zona, estas terrazas son cuaternarios y están

ubicadas en estuarios muy profundas donde habido una sedimentación, esto permite tener una potencia muy valiosa para la cantera de áridos, formado por depósitos fluviales la dirección de estos depósitos está ubicada al Noreste de la región según la dirección de la corriente, estos depósitos son originados principalmente por el fenómeno llamado el Niño que ocurre normalmente cada 5 – 6 años aproximadamente, toda la zona esta coberturada en un depósito de agua dulce, la proveniencia de esta agua viene del cerro azul producto de las lluvias, por tal motivo las corrientes de agua van a contribuir a erosionar la roca, a la sedimentación de los diferentes materiales arrastrados y de esa manera se logra la formación del depósito sedimentario.

Tabla 17: Geología local del área de estudio.

ACCIDENTE GEOGRÁFICO	Paleo terrazas
PERIODO	Jurásico
ÉPOCA	Cuaternaria
DEPOSITO	Fluvial, aluvial, coluvial
YACIMIENTO	Sedimentario

Fuente: Estudio geológico del gobierno regional de Lambayeque (2013).

3.2.3. Calicatas

Tabla 18: Ubicación de calicatas.

COORDENADAS			
Calicatas A:1	Este	Norte	Elevación
1	648031	9267292	117
2	648111	9267314	118
3	648258	9267271	118
4	648308	9267501	117
5	648359	9267713	118
6	648297	9267747	119

7	648257	9267533	118
8	648186	9267309	120
9	648171	9267539	119
Calicatas A:2	Este	Norte	Elevación
10	647806	9267439	115
11	647468	9267641	113
12	647750	9267882	113.5
13	648011	9267781	116

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Las coordenadas obtenidas en la tabla N° 18 son resultado de la ubicación de las calicatas, las cuales sirvieron para poder identificar la secuencia de los estratos durante toda el área de estudio, también permitió visualizar los materiales que se encontraban en diferentes profundidades de los estratos, logrando observar con precisión los materiales de interés y a la vez poder realizar un perfil estratigráfico.

3.2.4. Perfil estratigráfico

Tabla 19: Perfil estratigráfico.

ESTRATIGRAFIA	COTA	MATERIAL
	0.3 metros	Material orgánico
	6 metros	Conglomerado (piedra y arena)
	1.70 metros	Deposito interno de agregados de sedimentos finos (arena)
	1 metro	Estéril (Arcillas)

Fuente: Elaboración propia, 2019.

De los trabajos realizados in situ se logró determinar a través de la geología, que el depósito está constituido por material de origen fluvial, aluvial y eólicos de época cuaternaria. El perfil estratigráfico realizado de la observación in situ, se pudo realizar gracias a la visualización del corte transversal generado por una excavadora del frente de extracción del material lográndose determinar el orden de la depositación de los materiales en el depósito de interés, encontrando como primer material 0.30 m de material orgánico, 6 m de conglomerado, 1.70 m de sedimentos finos (arena) y 1m de material de estéril (arcillas); gracias a este reconocimiento permitió determinar que la potencia de material valioso es de 7.70 m y actualmente están extrayendo material estéril (arcilla) que es de 1m de espesor; este está generando contaminación al material debido que es un material constituido de arcillas y ala ves genera pérdidas económicas en su extracción.

3.3. Ensayos de laboratorio

3.3.1. Análisis granulométrico

En la tabla N°20 se puede visualizar el resultado del análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.

Tabla 20: Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128					
Muestra	Agregado grueso cantera Cerro Azul				
Peso muestra (gr)	5,000.00				
Peso muestra secada (gr)	5,000.00				
Pesos finos lavados (gr)	-				
Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)
3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00

1 1/2"	38.10	296.00	5.92	5.92	94.08
1"	25.00	1,932.00	38.64	44.56	55.44
3/4"	19.00	1,493.00	29.86	74.42	25.58
1/2"	12.50	759.00	15.18	89.60	10.40
3/8"	9.50	319.00	6.38	95.98	4.02
N°4	4.75	199.00	3.98	99.96	0.04
N°8	2.00				
N°16	0.85				
N°30	0.425				
N°50	0.30				
N°100	0.15				
N°200	0.074				
Platillo		2.00			
Platillo + perdida por lavado		2.00	0.04	100.00	
		5,000.00	100.00		

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

En la tabla N°21 se puede visualizar el resultado del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino, para la determinación del módulo de fineza con un resultado de 2.99.

Tabla 21: Determinación del módulo de fineza del agregado fino.

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128)					
Muestra	Agregado fino cantera Cerro Azul				
Peso muestra (gr)	1,000.00				
Peso muestra secada (gr)	1,020.00				
Pesos finos lavados (gr)	(20.00)				
Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)

3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.00	-	-	-	100.00
3/4"	19.00	-	-	-	100.00
1/2"	12.50	-	-	-	100.00
3/8"	9.50	-	-	-	100.00
N°4	4.75	60.00	6.00	6.00	94.00
N°8	2.36	98.00	9.80	15.80	84.20
N°16	1.18	165.00	16.50	32.30	67.70
N°30	0.60	280.00	28.00	60.30	39.70
N°50	0.30	276.00	27.60	87.90	12.10
N°100	0.15	85.00	8.50	96.40	3.60
N°200	0.074	44.00	4.40	100.80	-0.80
Platillo		12.00	1.20		
Platillo + perdida por lavado		(8.00)	(0.80)	100.00	-
		1,000.00	101.20		

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

En la tabla N°22 se puede visualizar el resultado del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino, esta muestra corresponde a arena natural, resultado de la separación del agregado grueso.

Tabla 22: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128)	
Muestra	Agregado fino cantera Cerro Azul
Peso muestra (gr)	1,000.00
Peso muestra secada (gr)	1,000.00
Pesos finos lavados (gr)	-

Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)
3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00
1 ½"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.00	-	-	-	100.00
¾"	19.00	-	-	-	100.00
½"	12.50	-	-	-	100.00
3/8"	9.50	-	-	-	100.00
N°4	4.75	60.00	6.00	6.00	94.00
N°8	2.36	98.00	9.80	15.80	84.20
N°16	1.18	165.00	16.50	32.30	67.70
N°30	0.60	260.00	26.00	58.30	41.70
N°50	0.30	276.00	27.60	85.90	14.10
N°100	0.15	85.00	8.50	94.40	5.60
N°200	0.074	44.00	4.40	98.80	1.20
Platillo		12.00	1.20		
Platillo + perdida por lavado		12	1.20	100.00	
		1,000.00	101.20		

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

En la tabla N°23 se puede visualizar el resultado del análisis granulométrico por tamizado del afirmado.

Tabla 23: Análisis granulométrico por tamizado del afirmado.

Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128)	
Muestra	M1
Peso muestra (gr)	5,000.00
Peso muestra secada (gr)	4,798.00

Pesos finos lavados (gr)	202.00				
Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)
3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00
1 ½"	38.10	195.00	3.90	3.90	96.10
1"	25.00	498.00	9.96	13.86	86.14
¾"	19.00	475.00	9.50	23.36	76.64
½"	12.50	365.00	7.30	30.66	69.34
3/8"	9.50	448.00	8.96	39.62	60.38
Nº4	4.75	508.00	10.16	49.78	50.22
Nº8	2.00	655.00	13.10	62.88	37.12
Nº16	0.85	462.00	9.24	72.12	27.88
Nº30	0.425	385.00	7.70	79.82	20.18
Nº50	0.30	268.00	5.36	85.18	14.82
Nº100	0.15	479.00	9.58	94.76	5.24
Nº200	0.074	52.00	1.04	95.80	4.20
Platillo		8.00	0.16		
Platillo + perdida por lavado		210.00	4.20	100.00	
		5,000.00	100.00		

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

3.3.2. Peso específico

En la tabla N°24 se puede visualizar el resultado del ensayo para poder determinar el peso específico de masa del agregado fino.

Tabla 24: Peso específico del agregado fino.

Muestra		Agregado fino
1	Nº de frasco volumétrico	1

2	Peso de la muestra seca en la estufa – wo – (grs)	491.00
3	Volumen del frasco – v – (cm ³)	500.00
4	Volumen del agua añadida al frasco – va – (cm ³)	303.00
5	Peso específico de masa – pem = (wo/(v – va)) (gr/cm ³)	2.49

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

3.3.3. Porcentaje de humedad

En la tabla N°25 se puede visualizar el resultado del ensayo para poder determinar el contenido de humedad natural del suelo, tomando como muestra representativa el afirmado.

Tabla 25: Contenido de humedad del afirmado.

MUESTRA		M-1	M-2
1	N° deposito	100	219
2	Peso deposito + muestra húmeda	241.65	252.82
3	Peso deposito + muestra seca	233.65	243.82
4	Peso de agua contenida: (2) – (3)	7.90	9.00
5	Peso deposito	42.42	29.46
6	Peso muestra seca: (3) – (5)	191.33	214.36
7	Contenido de humedad %: (4)/(6)*100	4.13	4.20

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

3.3.4. Densidad

En la tabla N°26 se puede visualizar el resultado del ensayo para poder determinar el peso volumétrico o densidad del material, obteniendo como resultado final 1.76.

Tabla 26: Ensayo de densidad del afirmado y arena.

Tipo de muestra		Afirmado	Arena
1	Peso muestra + molde	10150	10200
2	Peso de molde	6432	6432
3	Peso de muestra 1 -2	3718	3768

4	Volumen de molde	2132	2132
5	Peso volumétrico. Grs/cm ³	1.76	1.56

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

3.3.5. Análisis químico

En la tabla N°27 se puede visualizar el resultado del análisis químico del afirmado obteniendo como resultado porcentajes normales de impurezas en el material.

Tabla 27: Análisis químico del afirmado.

Muestra	pH	ppm		
		Sales totales	Cloruros	Sulfatos
Afirmado	7.22	1856.0	630.0	420.0

Fuente: Estudio de geotecnia, mecánica de suelos y canteras (geo gestión S.A.C.), 2019.

3.4. Cálculo de reservas probadas y probables del yacimiento

3.4.1. Cálculo de reservas en software RecMin

El software RecMin es un programa de modelamiento de mina de uso libre; para el diseño de la cantera del presente trabajo de investigación es necesario extraer las curvas de nivel de la cantera Corporación Herrera SAC.

Para extraer las curvas de nivel se utilizó el software libre SAS Planet y el software Global Mapper, el primero es un software libre de origen Ruso, el cual tiene la capacidad de tomar imágenes satelitales geo referenciadas en alta calidad. Global Mapper se utilizó para extraer las curvas de nivel de la imagen satelital y un modelo de elevación digital ASTER, para el presente trabajó se consideró unas curvas de nivel cada 1 metro debido que la zona de explotación es relativamente plano y uniforme.

En la figura N°1 se pueden visualizar las diferentes curvas de nivel realizadas con la ayuda del software SAS Planet, el cual nos permite determinar los niveles topográficos de la zona de estudio.



Figura 1: Curvas de nivel de la cantera Corporación Herrera S.A.C. **Fuente:** Elaboración propia, 2019.

3.4.2. Delimitación del área de explotación

La delimitación del área de estudio se llevó a cabo con la ayuda de un GPS (GARMIN, etrex 10), de las cuales se pudieron determinar dos áreas de estudio A1 y A2 de las cuales la empresa tiene en mente extraer a corto y mediano plazo un total de 8.7 hectáreas, y a un largo plazo un total de 30 hectáreas más.

Tabla 28: Delimitación del área de explotación.

Puntos GPS A.1			
Este	Norte	Elevación	Área total
648220.766	9267727.1	118.844	8.7 hectáreas
648022.716	9267273	113.439	
648034.153	9267280.56	114	
648058.026	9267293.48	115.195	
648094.05	9267304.61	116	
648092.405	9267306.42	117	
648122.377	9267306.55	118	
648151.888	9267305.26	119	
648196.562	9267299.67	120	
648260.686	9267269.03	120.914	
648386.716	9267796	122.084	

Puntos GPS A.1			
Este	Norte	Elevación	Área total
648220.766	9267727.1	118.844	30 hectáreas
648022.716	9267273	113.439	
647660.775	9267362.06	110.00	
647355.55	9267436.96	106.072	
647532.79	9267802.75	110.85	
647877.736	9267764.91	113	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.4.3. Calicatas

Para poder realizar el modelamiento del cálculo de reservas fue necesario conocer los estratos que comprende la cantera; para ello, el trabajo de investigación consideró realizar 9 calicatas en el área A.1 y 4 calicatas adicionales en el área A.2.

Tabla 29: Ubicación de calicatas (petitorio 1 + petitorio 2).

Calicatas A:1	Coordenadas		
	Este	Norte	Elevación
1	648031	9267292	117
2	648111	9267314	118
3	648258	9267271	118
4	648308	9267501	117
5	648359	9267713	118
6	648297	9267747	119
7	648257	9267533	118
8	648186	9267309	120
9	648171	9267539	119
Calicatas A:2	Coordenadas		
	Este	Norte	Elevación
10	647806	9267439	115
11	647468	9267641	113

12	647750	9267882	113.5
13	648011	9267781	116

Fuente: Elaboración propia, 2019.

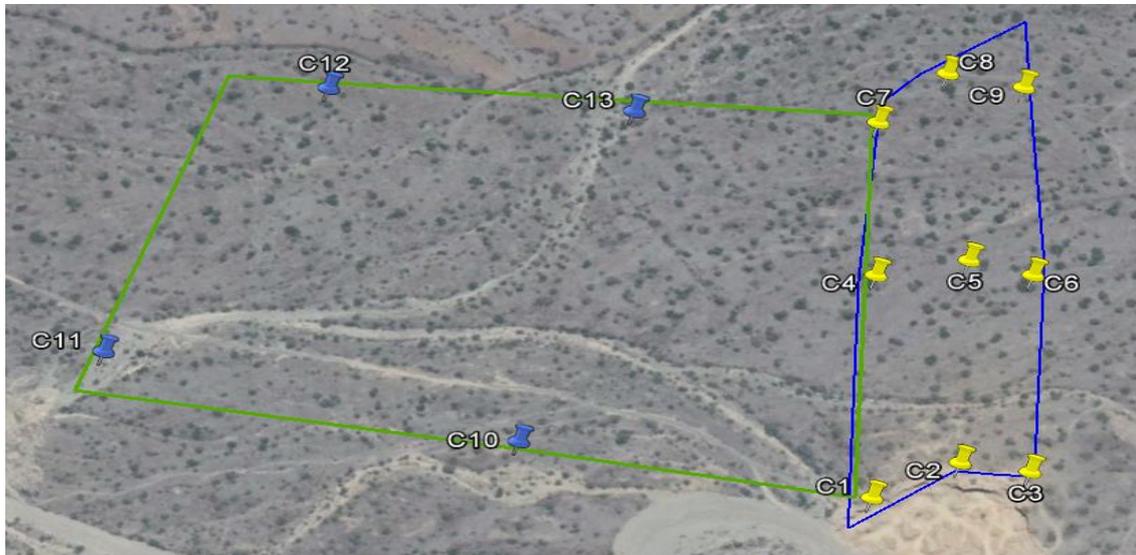


Figura 2: Puntos GPS de las calicatas. **Fuente:** Elaboración propia, 2019.

Del presente trabajo de investigación se obtuvo un promedio de 0.3 metros de potencia de material orgánico, 6 metros de potencia de conglomerados, 1.7 metros de potencia de Arena y 1 metro de arcilla. Es importante recalcar que los elementos valiosos de la cantera son los conglomerados y la arena, y los otros restantes son elementos deleznales.

3.4.4. Modelamiento 3D de la cantera

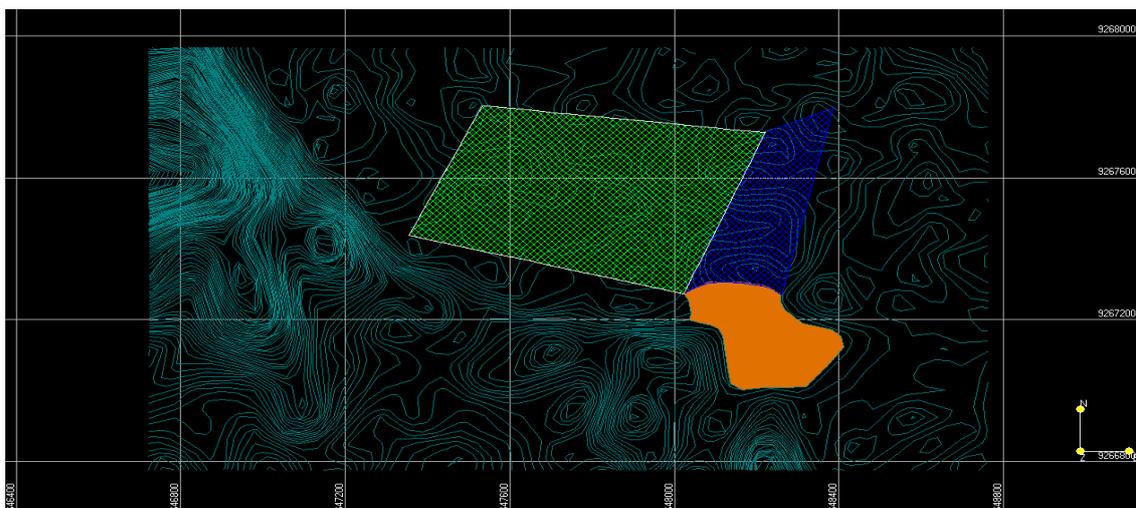


Figura 3: Modelamiento en software RecMin - Delimitación de las áreas de interés. **Fuente:** Elaboración propia, 2019.

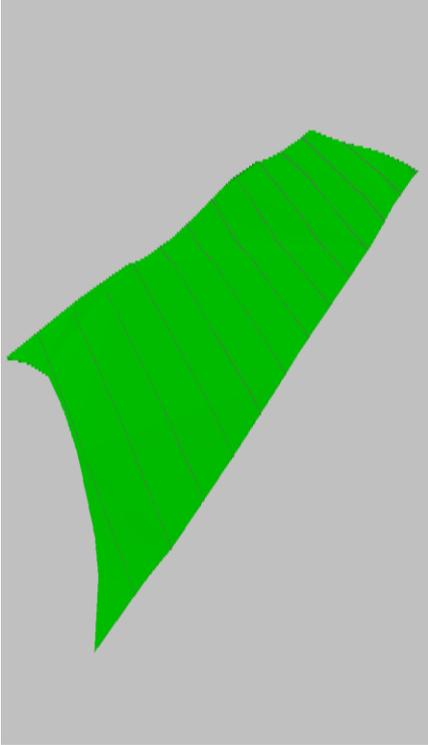
Se procedió a realizar el modelamiento de la cantera con la información previamente obtenida (Curvas de nivel, área de la cantera, potencia de los estratos de la cantera). Ya que la empresa pretende extraer en primer lugar 8.7 hectáreas de la concesión a un corto y mediano plazo (A.1), y 30 hectáreas a un largo plazo (A.2), se procedió a calcular los bloques respectivamente.

3.4.5. Reservas probadas A1, 8.7 ha (Corto y Mediano Plazo)

Material orgánico:

La tabla N°30 muestra el resultado del cálculo de reservas por estratos, como se puede visualizar, en la primera capa del depósito, con una cota promedio de 0.3 m, conteniendo material orgánico, el cálculo se realizó cada 40 m de distancia del A1.

Tabla 30: Cálculo de reservas probadas del material orgánico.

Material orgánico - Volumen Total					Imagen 3D
Sección	Área	Paso	Parcial(m ³)	Total (m ³)	
1	-99				
2	69.39	40	-592.2	-592.2	
3	66.68	40	2,721.40	2,129.20	
4	64.07	40	2,615.00	4,744.20	
5	62.24	40	2,526.20	7,270.40	
6	60.09	40	2,446.60	9,717.00	
7	57.73	40	2,356.40	12,073.40	
8	55.33	40	2,261.20	14,334.60	
9	53.01	40	2,166.80	16,501.40	
10	50.63	40	2,072.80	18,574.20	
11	48.27	40	1,978.00	20,552.20	
12	45.91	40	1,883.60	22,435.80	
13	30.56	40	1,529.40	23,965.20	
14	4.48	40	700.8	24,666.00	
15	0	6.97	15.61	24,681.61	

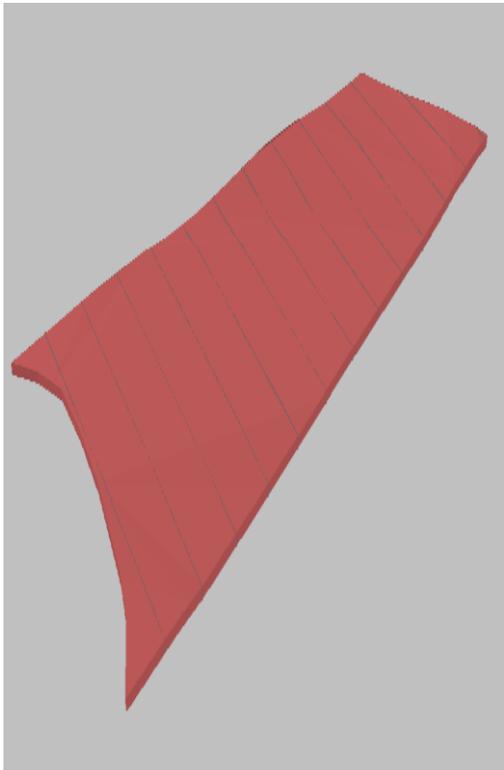
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Material conglomerado:

En la tabla N°31 se puede visualizar el resultado del cálculo de reservas del segundo estrato, con una cota aproximada de 6 m, el cual contiene una mezcla de material conglomerado (piedra y arena), el cálculo se realizó cada 40 m de distancia del A1.

Tabla 31: Cálculo de reservas probadas del material conglomerado.

Conglomerado - Volumen Total					Imagen 3D
Sección	Area	Paso	Parcial	Total	
1	0				
2	1,390.93	40	27,818.60	27,818.60	
3	1,342.89	40	54,676.40	82,495.00	
4	1,296.34	40	52,784.60	135,279.60	
5	1,249.17	40	50,910.20	186,189.80	
6	1,201.90	40	49,021.40	235,211.20	
7	1,154.67	40	47,131.40	282,342.60	
8	1,107.25	40	45,238.40	327,581.00	
9	1,039.36	40	42,932.20	370,513.20	
10	954.29	40	39,873.00	410,386.20	
11	964.12	40	38,368.20	448,754.40	
12	918.25	40	37,647.40	486,401.80	
13	610.5	40	30,575.00	516,976.80	
14	90.84	40	14,026.80	531,003.60	
15	0	6.98	317.03	531,320.60	

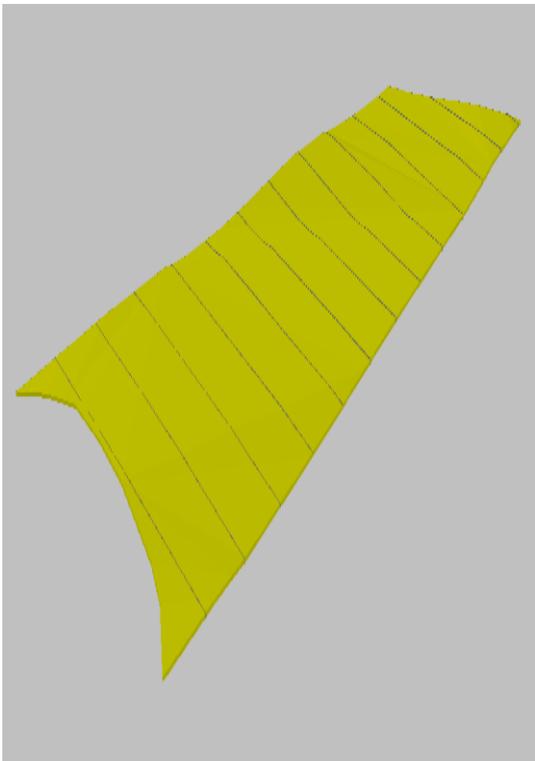


Fuente: Elaboración propia, 2019.

Material arena:

En la tabla N°32 se puede visualizar el resultado del cálculo del tercer estrato, con una cota aproximada de 1.70 m, realizado cada 40 m de distancia, este material es de agregados de sedimentos finos (arena), A1.

Tabla 32: Cálculo de reservas probadas del material arena.

Arena - Volumen Total					Imagen 3D
Sección	Área	Paso	parcial	Total	
1	-99				
2	393.64	40	5,892.80	5,892.80	
3	378.86	40	15,450.00	21,342.80	
4	365.28	40	14,882.80	36,225.60	
5	352.86	40	14,362.80	50,588.40	
6	338.69	40	13,831.00	64,419.40	
7	325.4	40	13,281.80	77,701.20	
8	312.66	40	12,761.20	90,462.41	
9	298.86	40	12,230.40	102,692.80	
10	285.66	40	11,690.40	114,383.20	
11	272.33	40	11,159.80	125,543.00	
12	259.14	40	10,629.40	136,172.40	
13	172.19	40	8,626.60	144,799.00	
14	25.63	40	3,956.40	148,755.40	
15	0	6.97	89.32	148,844.70	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

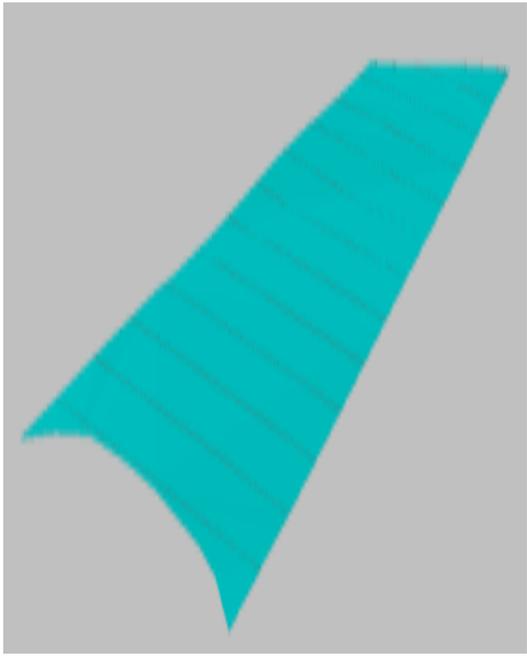
Material arcilloso:

En la tabla N°33 se puede visualizar el resultado del cálculo de reservas del cuarto estrato, con una cota aproximada de 1 m, cabe recalcar que este material es de arcillas, el cual está generando una sobre excavación innecesaria trayendo consigo un gasto innecesario y la vez contaminando el material de interés, A1.

Tabla 33: Cálculo de reservas probadas de material arcilloso.

Arcilla - Volumen Total					Imagen 3D
Sección	Área	Paso	parcial	Total	
1	-99				
2	233.99	40	2,699.80	2,699.80	

3	225.79	40	9,195.60	11,895.40
4	217.05	40	8,856.80	20,752.20
5	210.25	40	8,546.00	29,298.20
6	202.29	40	8,250.80	37,549.00
7	194.39	40	7,933.60	45,482.60
8	186.38	40	7,615.40	53,098.00
9	178.43	40	7,296.20	60,394.20
10	170.48	40	6,978.20	67,372.40
11	162.73	40	6,664.20	74,036.60
12	154.54	40	6,345.40	80,382.00
13	102.9	40	5,148.80	85,530.80
14	15.28	40	2,363.60	87,894.40
15	0	6.97	53.25	87,947.65



Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cálculo de volúmen promedio independientemente:

Se calculó el volumen total de material en la cantera para establecer los volúmenes de cada material en esta misma.

Tabla 34: Volumen total - área 1.

ÁREA TOTAL 1	
Área 1	87,000.00 m ²

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Volumen promedio de piedra base

Volumen de piedra base = Área de la extensión x profundidad

Volumen de piedra base = 87,000.00 m² x 2 m

Volumen de piedra base = 174,000.00 m³

Cabe recalcar que 88 m³ se va dirigido a la planta chancadora, de lo cual se obtiene como resultado piedra chancada ¾” un total de 35.2 m³, piedra de ½” un total de 35.2 m³ y confitillo un total de 17.6 m³, los cuales también son comercializados.

Volumen promedio de piedra ¾"

Volumen de piedra ½" = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen de piedra } \frac{1}{2}'' = 87,000.00 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de piedra } \frac{1}{2}'' = 130,500.00 \text{ m}^3$$

Volumen promedio de piedra ½"

Volumen de piedra ¾" = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen de piedra } \frac{3}{4}'' = 87,000.00 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de piedra } \frac{3}{4}'' = 130,500.00 \text{ m}^3$$

Volumen promedio de afirmado

Volumen del afirmado = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen del afirmado} = 87,000.00 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$\text{Volumen del afirmado} = 87,000.00 \text{ m}^3$$

Volumen promedio de arena

Volumen de arena = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen de arena} = 87,000.00 \text{ m}^2 \times 1.70 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de arena} = 147,900.00 \text{ m}^3$$

Tabla 35: Volumen total de materiales en la cantera A1.

ÁREA 1	
Materiales	Volumen
Arena	147,900.00 m ³
Piedra base	174,000.00 m ³
Piedra ¾"	130,500.00 m ³
Piedra ½"	130,500.00 m ³
Afirmado	87,000.00 m ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se ha procedido a calcular el volumen de cada material existente en la cantera, y esto permitió conocer el volumen de dichos materiales que se van a extraer con el método propuesto.

Precios de venta de los materiales:

Tabla 36: Precios de venta de materiales puesto en obra (A1).

Tipo de material	Costo (soles/m³)
Arena amarilla	35 + IGTV
Piedra chancada ½"	55 + IGTV
Piedra chancada ¾"	55 + IGTV
Piedra base	25 + IGTV
Afirmado	25 + IGTV
Confitillo	25 + IGTV

Fuente: Cantera Corporación Herrera S.A.C., 2019.

Tabla 37: Valor económico de cada material A1.

Materiales	Volumen	Costo (soles/m³)
Arena	147,900.00 m ³	5,176,500.00
Piedra base	174,000.00 m ³	3,697,500.00
Piedra ¾"	130,500.00 m ³	7,177,500.00
Piedra ½"	130,500.00 m ³	7,177,500.00
Afirmado	87,000.00 m ³	2,175,000.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Después de evaluar el valor económico de la cantera que aproximadamente es de s/.25,404,000.00 millones de soles en toda la vida de la cantera se procedió a hacer el cálculo de vida útil de la cantera.

Tabla 38: Cálculo de la vida útil de la cantera (A1).

VIDA ÚTIL	
Producción diaria	200 m ³
Días laborales	26 días
Días en el año	312 días
Producción anual	5200 m ³
Volumen total	582,900.00 m ³
Volumen de arena	147,900.00 m ³

Volumen de piedra	174,000.00 m ³
Volumen de afirmado	87,000.00 m ³
Vida útil de arena	18 años
Vida útil de piedra	20 años
Vida útil de afirmado	21 años
Vida útil	19 años

Fuente: Elaboración propia, 2019.

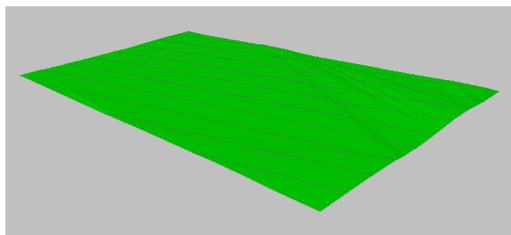
Se ha procedido a calcular la vida útil de la cantera con una producción diaria constante, sin embargo esta puede variar según la demanda que exista en el mercado. Las muestras llevadas a laboratorio son originarias de la cantera, en la cual se han realizado el método de exploración por calicatas para obtenerlas, este método ha servido para facilitar la observación de la estratigrafía de la zona de extracción. Entre las muestras entregadas a laboratorio se tiene: Gravas limosas, mezcla de gravas, arena y limo. Al realizar el estudio granulométrico por tamizado se observó que existen muestras desde 3 pulgadas hasta 200 mallas como mínimo, lo cual se especifica en los análisis de laboratorio.

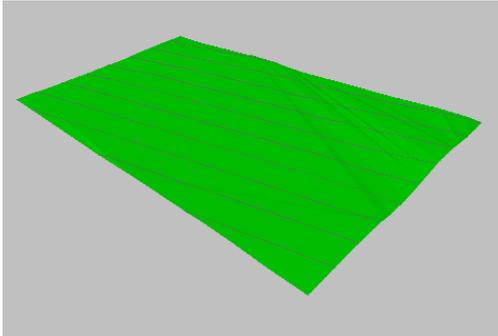
3.4.6. Reservas Probables A2, 30 hectáreas (largo plazo)

Material orgánico:

En la tabla N°39 se puede visualizar el resultado del cálculo de reservas probables del primer estrato, con una cota aproximada de 0.3 m, del A2 (30 ha), dicho estrato contiene material orgánico; el cálculo se realizó cada 50 m.

Tabla 39: Cálculo de reservas probables de material orgánico.

Material orgánico - Volumen total					
Sección	Área	Paso	parcial	Total (m ³)	Imagen 3D
1	0				
2	68.94	50	1,723.50	1,723.50	
3	135.22	50	5,104.00	6,827.50	
4	203.08	50	8,457.50	15,285.00	
5	229.56	50	10,816.00	26,101.00	

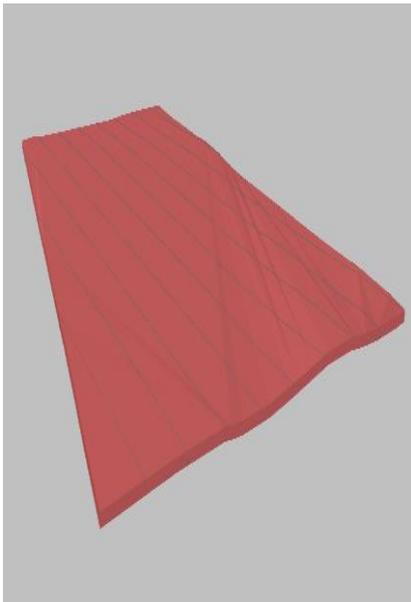
6	175.15	50	10,117.75	36,218.75	
7	219.75	50	9,872.50	46,091.25	
8	219	50	10,968.75	57,060.00	
9	218.21	50	10,930.25	67,990.25	
10	217.4	50	10,890.25	78,880.50	
11	85.37	50	7,569.25	86,449.75	
12	0	29.62	1,264.33	87,714.08	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Material conglomerado:

En la tabla N°40 se puede visualizar el resultado del cálculo de reservas probables del segundo estrato con una potencia aproximada de 6 m, perteneciente al A2, conteniendo material conglomerado (arena y piedra), este resultado se pudo calcular cada 50 m de distancia.

Tabla 40: Cálculo de reservas probables del material conglomerado.

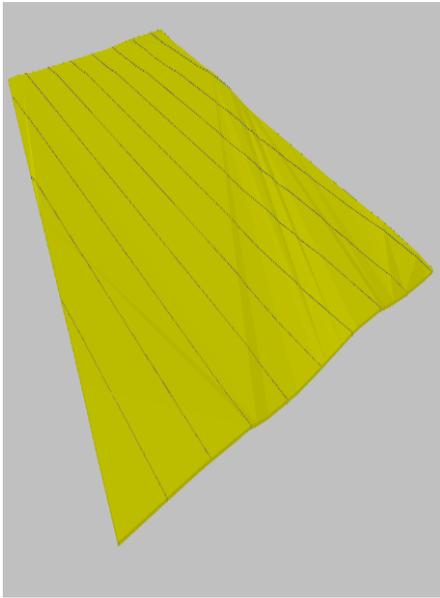
Conglomerado - Volumen Total					
Sección	Área	Paso	parcial	Total	Imagen 3D
1	0				
2	1,354.75	50	33,868.75	33,868.75	
3	2,706.67	50	101,535.50	135,404.30	
4	4,060.26	50	169,173.30	304,577.50	
5	4,432.51	50	212,319.20	516,896.80	
6	4,409.34	50	221,046.20	737,943.00	
7	4,394.97	50	220,107.80	958,050.80	
8	4,380.29	50	219,381.50	1,177,432.00	
9	4,365.86	50	218,653.80	1,396,086.00	
10	4,351.15	50	217,925.20	1,614,011.00	
11	1,706.15	50	151,432.50	1,765,444.00	
12	0	29.62	25,268.08	1,790,712.00	

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Material arena:

La tabla N°41 muestra el resultado del cálculo de reservas del tercer estrato por tramos de 50 m de distancia, con una potencia aproximada de 1.70 m, perteneciente al A2, conteniendo material de agregados de sedimentos finos (arena).

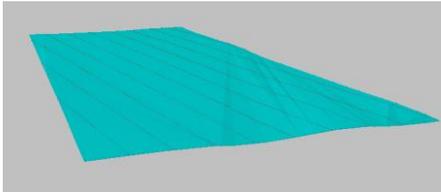
Tabla 41: Cálculo de reservas probables del material arena.

Arena - Volumen Total					Imagen 3D
Sección	Área	Paso	parcial	Total	
1	-99				
2	383.25	50	7,106.25	7,106.25	
3	766.79	50	28,751.00	35,857.25	
4	1,150.21	50	47,925.00	83,782.25	
5	1,261.93	50	60,303.50	144,085.80	
6	1,293.96	50	63,897.25	207,983.00	
7	1,245.05	50	63,475.25	271,458.30	
8	1,240.98	50	62,150.75	333,609.00	
9	1,236.70	50	61,942.00	395,551.00	
10	1,232.53	50	61,730.75	457,281.80	
11	483.43	50	42,899.00	500,180.80	
12	0	29.62	7,159.60	507,340.30	

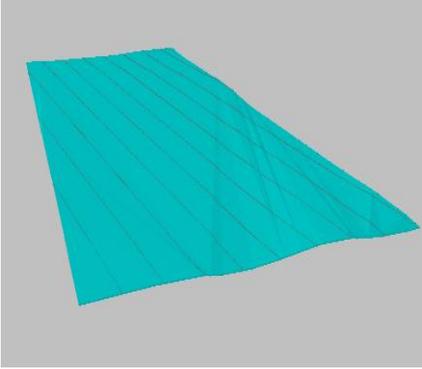
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Material arcilloso:

Tabla 42: Cálculo de reservas probables de material arcilloso.

Arcilla - Volumen Total					Imagen 3D
Sección	Área	Paso	parcial	Total	
1	-99				
2	221.77	50	3,069.25	3,069.25	
3	446.37	50	16,703.50	19,772.75	
4	669.83	50	27,905.00	47,677.75	

5	738.36	50	35,204.75	82,882.50
6	727.13	50	36,637.25	119,519.80
7	725.01	50	36,303.50	155,823.30
8	722.63	50	36,191.00	192,014.30
9	720.21	50	36,071.00	228,085.30
10	717.72	50	35,948.25	264,033.50
11	281.45	50	24,979.25	289,012.80
12	0	29.63	4,169.68	293,182.40



Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla N°42 muestra el resultado del cálculo de reservas del cuarto estrato por tramos de 50 m de distancia, con una potencia aproximada de 1 m perteneciente al A2 con material arcilloso, cabe recalcar que este cálculo se realizó con el fin de determinar la cantidad de material que se va a extraer si es que no se realiza un perfil estratigráfico debidamente, trayendo a la vez consigo perdidas económicas y a la vez contaminación del material.

Cálculo de volumen promedio independientemente:

Se calculó el volumen total de material en la cantera para establecer los volúmenes de cada material en esta misma.

Tabla 43: Volumen total - área 2.

ÁREA TOTAL 2	
Área 2	300,000.00 m ²

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Volumen promedio de piedra base

Volumen de piedra base = Área de la extensión x profundidad

Volumen de piedra base = 300,000.00 m² x 2 m

Volumen de piedra base = 600,000.00 m³

Cabe recalcar que 88 m³ se va dirigido a la planta chancadora, esto va a depender en el tiempo de acuerdo de su demanda de mercado, lo cual se obtiene como resultado piedra

chancada ¾” un total de 35.2 m³, piedra de ½” un total de 35.2 m³ y confitillo un total de 17.6 m³, los cuales también son comercializados.

Volumen promedio de piedra ¾”

Volumen de piedra ¾” = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen de piedra } \frac{3}{4}'' = 300,000.00 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de piedra } \frac{3}{4}'' = 450,000.00 \text{ m}^3$$

Volumen promedio de piedra ½”

Volumen de piedra ½” = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen de piedra } \frac{1}{2}'' = 300,000.00 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de piedra } \frac{1}{2}'' = 450,000.00 \text{ m}^3$$

Volumen promedio de afirmado

Volumen del afirmado = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen del afirmado} = 300,000.00 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$\text{Volumen del afirmado} = 300,000.00 \text{ m}^3$$

Volumen promedio de arena

Volumen de arena = Área de la extensión x profundidad

$$\text{Volumen de arena} = 300,000.00 \text{ m}^2 \times 1.70 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de arena} = 510,000.00 \text{ m}^3$$

Tabla 44: Volumen total de materiales en la cantera A2.

ÁREA 2	
Materiales	Volumen
Arena	510,000.00 m ³
Piedra base	600,000.00 m ³
Piedra ¾”	450,000.00 m ³
Piedra ½”	450,000.00 m ³
Afirmado	300,000.00 m ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se ha procedido a calcular el volumen de cada material existente en la cantera, y esto permitió conocer el volumen de dichos materiales que se van a extraer con el método propuesto.

Precios de venta de los materiales:

Tabla 45: Precios de venta de materiales puesto en obra (A2).

Tipo de material	Costo (soles/m³)
Arena amarilla	35 + IGV
Piedra chancada ½”	55 + IGV
Piedra chancada ¾”	55 + IGV
Piedra base	25 + IGV
Afirmado	25 + IGV
Confitillo	25 + IGV

Fuente: Cantera Corporación Herrera S.A.C., 2019.

Tabla 46: Valor económico de cada material A2.

Materiales	Volumen	Costo (soles/m³)
Arena	510,000.00 m ³	17,850,000.00
Piedra base	600,000.00 m ³	15,000,000.00
Piedra ¾”	450,000.00 m ³	24,750,000.00
Piedra ½”	450,000.00 m ³	24,750,000.00
Afirmado	300,000.00 m ³	7,500,000.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Después de evaluar el valor económico de la cantera que aproximadamente es de s/.89,850,000.00 millones de soles en toda la vida de la cantera se procedió a hacer el cálculo de vida útil de la cantera.

Tabla 47: Cálculo de la vida útil de la cantera (A2).

VIDA ÚTIL	
Producción diaria	200 m ³
Días laborales	26 días

Días en el año	312 días
Producción anual	5200 m ³
Volumen total	2,310,000.00 m ³
Volumen de arena	510,000.00 m ³
Volumen de piedra	600,000.00 m ³
Volumen de afirmado	300,000.00 m ³
Vida útil de arena	58 años
Vida útil de piedra	49 años
Vida útil de afirmado	30 años
Vida útil	45 años

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se ha procedido a calcular la vida útil de la cantera con una producción diaria constante, sin embargo esta puede variar según la demanda que exista en el mercado.

3.5. Evaluación de la secuencia del método

3.5.1. Método de extracción

El método que se ha propuesto para la cantera Corporación Herrera S.A.C, se ha tomado en cuenta de acuerdo a sus diferentes características del yacimiento y la realización de un perfil estratigráfico de la misma, para determinar los diferentes tipos de depositación y potencia de los bancos, con el objetivo de poder determinar la altura e inclinación de los bancos de extracción, de los cuales se pudieron determinar la altura total de banco con material es de 7.7 m, para luego realizar la extracción de este, el cual se va dividir en dos bancos de 3.85 m de altura de banco.

La secuencia del método se realiza de la siguiente manera:

- **Planificación de la extracción:** Al realizarse la planificación del método de extracción de la cantera corporación Herrera S.A.C se tuvo en cuenta información cuantitativa y cualitativa las cuales nos garanticen una extracción sostenible, dentro de las etapas se tiene en cuenta en ancho de las vías de acuerdo a las dimensiones de los equipos.

3.5.2. Ciclo de minado

Como primer paso se realiza detalladamente las diferentes actividades que se llevaran a cabo en la cantera corporación Herrera S.A.C, el cual se indicará con precisión el tiempo y duración del desarrollo de las actividades teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Preparación de la zona de extracción:** Se logró delimitar la cantera con los estudios realizados como son los geológicos, geométricos, geotécnicos, el cálculo de reservas, los cuales ayudaron a poder determinar el área de extracción, logrando alcanzar un área de 8.7 ha A1, y un A2 de 30 ha, para luego poder realizar la secuencia de extracción.
- **Desbroce:** Las operaciones de despeje y desbroce del terreno superficial son las necesarias para dejar libre de material orgánico y vegetación existente, para luego el material de interés este libre para poder ejecutar el arranque, de las cuales se designaron dos áreas, una es el A1 que cuenta con 87000 m² y el A² de 300000 m² de las cuales se va ejecutar su desbroce de acuerdo al avance de extracción.
- **Vías de acceso:** Dichas vías se van a diseñar sus dimensiones y pendientes de acuerdo a las dimensiones de los equipos y de acuerdo a lo establecido a ley.
- **Extracción y carguío:** Esta etapa se va realizar después de la culminación del desbroce, el cual deja libre de material inerte, para luego proceder a extraer el material económico, con la adecuada selección de maquinaria para el arranque y transporte.
- **Molienda:** Una vez extraído el material, una parte de este va hacia la planta chancadora y la otra parte es zarandeado in situ para su comercialización.
- **Transporte:** El transporte del material es realizado con volquetes y la carga de estos con 3 cargadores frontales de propiedad de la cantera corporación Herrera S.A.C.
- **Area de almacenamiento:** El material arrancado del frente de extracción es depositado en pilas en áreas de almacenamiento, dichas áreas están distribuidas en diferentes puntos y se pueden visualizar sus coordenadas de ubicación.

- **Venta del material:** El material es vendido para instituciones públicas y privadas.
- **Plan de cierre:** El plan de cierre gracias al método de extracción por transferencia se va realizar desde el momento de la realización de este, ya que el estéril es vertido al hueco generado por la primera excavación.

3.6. Evaluación económica de la rentabilidad del proyecto

La evaluación económica de proyectos tiene por objetivo identificar las ventajas y desventajas asociadas a la inversión en un proyecto antes de la implementación del mismo. La evaluación económica es un método de análisis útil para adoptar decisiones racionales ante diferentes alternativas.

Mano de obra:

Tabla 48: Costos por mano de obra.

Áreas	Trabajadores	Sueldos individuales (incluido seguros)	Total
Gerencia	01	s/.2500.00	s/.2500.00
Administración	01	s/.1500.00	s/.1500.00
Jefe de operaciones	01	s/.1300.00	s/.1300.00
Operadores de maquinaria	03	s/.1800.00	s/.5400.00
Operadores de volquetes	10	s/.1450.00	s/.14500.00
Mantenimiento	05	s/.1500.00	s/.7500.00
Vigilante	01	s/.950.00	s/.950.00
Total	18	s/.11000.00	s/.33,650.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El titular minero demanda de 18 trabajadores, el origen de esta fuerza laboral para la categoría de obreros de la cantera que queda en Pomalca km 3.5 carretera a Pátapo, provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque.

Petitorio 1:

Tabla 49: Resumen del cálculo de volumen total de materiales en la cantera A1.

ÁREA 1	
Materiales	Volumen
Arena	147,900.00 m ³
Piedra base	174,000.00 m ³
Piedra ¾"	130,500.00 m ³
Piedra ½"	130,500.00 m ³
Afirmado	87,000.00 m ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se ha procedido a calcular el volumen de cada material de la cantera, y esto permitió conocer el volumen de dichos materiales que se van a extraer con el método propuesto.

Tabla 50: Precios de venta de materiales de construcción puesto en obra (A1).

Tipo de material	Costo (soles/m³)
Arena amarilla	35 + IGV
Piedra chancada ½"	55 + IGV
Piedra chancada ¾"	55 + IGV
Piedra base	25 + IGV
Afirmado	25 + IGV
Confitillo	25 + IGV

Fuente: Cantera Corporación Herrera S.A.C., 2019.

Tabla 51: Resumen del valor económico de cada material (A1).

Materiales	Volumen	Costo (soles/m³)
Arena	147,900.00 m ³	5,176,500.00
Piedra base	174,000.00 m ³	3,697,500.00
Piedra ¾"	130,500.00 m ³	7,177,500.00
Piedra ½"	130,500.00 m ³	7,177,500.00
Afirmado	87,000.00 m ³	2,175,000.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El valor económico de la cantera es de s/.25,404,000.00 millones de soles en toda la vida de la cantera, seguidamente, se procedió a hacer el cálculo de vida útil de la cantera.

Tabla 52: Vida útil de la cantera (A1).

VIDA ÚTIL	
Producción diaria	200 m ³
Días laborales	26 días
Días en el año	312 días
Producción anual	5200 m ³
Volumen total	582,900.00 m ³
Volumen de arena	147,900.00 m ³
Volumen de piedra	174,000.00 m ³
Volumen de afirmado	87,000.00 m ³
Vida útil de arena	18 años
Vida útil de piedra	20 años
Vida útil de afirmado	21 años
Vida útil	19 años

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Petitorio 2:

Tabla 53: Resumen del cálculo de volumen de materiales en la cantera A2.

ÁREA 2	
Materiales	Volumen
Arena	510,000.00 m ³
Piedra base	600,000.00 m ³
Piedra ¾"	450,000.00 m ³
Piedra ½"	450,000.00 m ³
Afirmado	300,000.00 m ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Se procedió a calcular el volumen de cada material existente en la cantera, y esto permitió conocer el volumen de dichos materiales que se van a extraer con el método propuesto.

Tabla 54: Precios de venta de materiales de construcción puesto en obra (A2).

Tipo de material	Costo (soles/m³)
Arena amarilla	35 + IGV
Piedra chancada ½”	55 + IGV
Piedra chancada ¾”	55 + IGV
Piedra base	25 + IGV
Afirmado	25 + IGV
Confitillo	25 + IGV

Fuente: Cantera Corporación Herrera S.A.C., 2019.

Tabla 55: Resumen del valor económico de cada material (A2).

Materiales	Volumen	Costo (soles/m³)
Arena	510,000.00 m ³	17,850,000.00
Piedra base	600,000.00 m ³	15,000,000.00
Piedra ¾”	450,000.00 m ³	24,750,000.00
Piedra ½”	450,000.00 m ³	24,750,000.00
Afirmado	300,000.00 m ³	7,500,000.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Después de evaluar el valor económico de la cantera que aproximadamente es de s/.25,404,000.00 millones de soles en toda la vida de la cantera se procedió a hacer el cálculo de vida útil de la cantera.

Tabla 56: Vida útil de la cantera (A2).

VIDA ÚTIL	
Producción diaria	200 m ³
Días laborales	26 días
Días en el año	312 días
Producción anual	62400 m ³
Volumen total	2,310,000.00 m ³
Volumen de arena	510,000.00 m ³

Volumen de piedra	600,000.00 m ³
Volumen de afirmado	300,000.00 m ³
Vida útil de arena	58 años
Vida útil de piedra	49 años
Vida útil de afirmado	30 años
Vida útil	45 años

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Cálculo de la eficiencia de la maquinaria:

Rendimiento del cargador frontal

Capacidad del cucharón: 3.5 m³

Material: Conglomerados

Ciclo: 1 min.

Eficiencia: 75%

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times 0.75}{1 \text{ min}} = 45 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Ahora calcularemos el volumen de material que se moverá en cada ciclo, de acuerdo a lo referido anteriormente:

M³/ciclo = Capacidad nominal x factor de llenado

$$\text{M}^3/\text{ciclo} = 3.5 \text{ m}^3 \times 0.75 = 2.625 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Finalmente el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento horario} = 2.625 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 45 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{Rendimiento horario} = 118.125 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Rendimiento de la excavadora

Capacidad del cucharón: 1.5 m³

Material: Conglomerados

Ciclo: 0.50 min.

Eficiencia: 75%

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times 0.75}{1 \text{ min}} = 90 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Ahora calcularemos el volumen de material que se moverá en cada ciclo, de acuerdo a lo referido anteriormente:

M³/ciclo = Capacidad nominal x factor de llenado

$$\text{M}^3/\text{ciclo} = 1.5 \text{ m}^3 \times 1.1 = 1.65 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Finalmente el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento horario} = 1.65 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 90 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{Rendimiento horario} = 148.5 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

IV. DISCUSIÓN

- La caracterización estratigráfica resultó de gran importancia ya que permitió determinar el tipo de yacimiento en el que nos encontramos, resaltando que se trata de un depósito cuaternario que presenta un alto porcentaje de material conglomerado y sedimentos finos los cuales se constituyen en una potencia 7.70 m de material de interés obteniendo así en parte los parámetros para determinar el método de extracción, esto lo corrobora Herrera (2007) quien señala la importancia de determinar como elementos claves la forma y dimensiones del depósito de interés para establecer el método de explotación.

- Con la propuesta del método de extracción por transferencia en la cantera Corporación Herrera S.A.C., se logró determinar en base a los estudios realizados in situ, que aplicando el método de extracción por transferencia se va lograr una adecuada secuencia del material de interés trayendo consigo la mejora de la producción, como lo menciona Mamani (2016) cuando recalca que se realizaron estudios de campo los cuales determinaron que el método de extracción por transferencia recupera 195209 TMH de mineral, el cual es beneficioso para la producción de los materiales no metálicos.

- La técnica de extracción del material resultó de gran importancia ya que permitió determinar la altura y el ángulo requerido del banco de extracción las cuales generan seguridad y una libre accidentabilidad durante el proceso de extracción del material, como lo menciona Soto y Chávez (2016) cuando recalca el beneficio que tiene la investigación en cuanto a la técnica de explotación para poder determinar la rentabilidad del proyecto, logrando establecer la calidad del material a extraer y el método de explotación.

V. CONCLUSIONES

- La propuesta de emplear el método de extracción por transferencia en la cantera Corporación Herrera S.A.C indica las mejoras en la producción de agregados, debido a resultados obtenidos que se puede visualizar en la secuencia del método.

- Al realizar el reconocimiento actual del área de estudio se llegó a determinar que desde que se inicia las labores de extracción, esta se ejecuta de manera empírica, trayendo consigo la extracción innecesaria de un metro de espesor del material arcilloso, lográndose calcular un volumen promedio de $13,637.85 \text{ m}^3$, generando pérdidas económicas en el momento de su extracción y a la contaminación del material de interés.

- Al realizar el perfil estratigráfico in situ se pudo constatar cuatro estratos con características particulares e independientes, logrando identificar 0.3 m de material orgánico con un volumen promedio de $24,681.61 \text{ m}^3$, 7.7 m de material de interés con un volumen $680,165.3 \text{ m}^3$ y el ultimo estrato de 1 m de material arcilloso con un volumen de $97,947.65 \text{ m}^3$, recalcando que el ultimo estrato encontrado no se va a realizar su extracción debido a la contaminación al material de interés.

- Al realizar la secuencia de la aplicación del método de extracción por transferencia se pudo determinar como primer paso la realización del desbroce del material orgánico que cuenta con un volumen promedio de $24,681.61 \text{ m}^3$. en las reservas probadas y en las probables con un volumen promedio de $87,714.08 \text{ m}^3$, como segundo paso se realiza la extracción del material de interés que cuenta con un volumen de $2,298,052.3 \text{ m}^3$ y por último la restauración se ejecuta desde el inicio, gracias a la secuencia del método de extracción por transferencia, que el material orgánico de la primera capa es vertido al hueco generado por la secuencia de extracción del material de interés, trayendo consigo la reconstrucción de la vegetación.

VI. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están dirigidas a los empresarios de la cantera CORPORACIÓN HERRERA SAC.

- ✓ El material que actualmente cuenta la cantera Corporación Herrera S.A.C., es de conglomerados los cuales se recomienda la comercialización para obras civiles.
- ✓ Se recomienda al titular tomar en cuenta los estudios realizados en cuanto al perfil estratigráfico, el cual logra determinar el material valioso a extraer.
- ✓ Se recomienda contar con una guía profesional capacitada en el campo.
- ✓ Se recomienda la capacitación especialmente de los maquinistas.
- ✓ Se recomienda tomar en cuenta los estudios realizados en base al ángulo de banco en el momento de la extracción del material.

VII. PROPUESTA

7.1. Generalidad de la cantera

Ubicación:

La cantera Corporación Herrera S.A.C. se encuentra ubicada en el distrito de MESONES MURO provincia de FERREÑAFE de la región de LAMBAYEQUE, las rutas de acceso hacia la cantera es desde Chiclayo al cruce Conchucos a 20 km, la ruta está debidamente asfaltada y del cruce hacia la cantera a 11 km, la ruta es accidentada (trocha) con un tiempo de llegada aproximadamente de 55 minutos.

Topografía:

La cantera actualmente está realizando sus operaciones dentro de la concesión Canteras del Norte, dicha área consta de 200 ha de los cuales la empresa cuenta con una planta chancadora denominada Cerro Azul, con un área de 6564 metros cuadrados y también cuenta con su zona de extracción que está conformada por los puntos de petitorios realizados por los dueños de la cantera Corporación Herrera S.A.C, de los cuales uno es del sr. Deivy Herrera Vásquez y el segundo petitorio pertenece al sr. Segundo Andonero Herrera Vásquez.

Su ubicación geográfica está localizada en la región Lambayeque – Perú, con una altitud de 205 m.s.n.m. (14D, Zona UTM 17)

Tabla 57: Coordenadas de ubicación de los cuatro vértices de "Canteras Del Norte" (UTM WGS84).

COORDENADAS UTM DEL ÁREA DE LA CANTERA		
Vértice	Norte	Este
01	9,268,635.58	646,745.48
02	9,268,635.61	648,745.46
03	9,266,635.62	648,745.46
04	9,266,635.59	646,745.48

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Ésta área se encuentra peticionada por la Corporación Herrera S.A.C dentro del Registro Integral de Formalización Minera (REINFO).

Tabla 58: Área de extracción según la poligonal - zona 1 (coordenadas UTM WGS84).

VÉRTICE	LADO	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	1-2	648,125.00	9,267,241.00
2	2-3	648,125.00	9,267,255.00
3	3-4	648,167.00	9,267,155.00
4	4-1	648,023.00	9,267,273.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

El área del proyecto comprende 100.00 hectáreas, ubicada en la Carta Nacional CHONGOYAPE (14-D) Zona 17 del Distrito de Mesones Muro, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Estas coordenadas fueron obtenidas por medio de un gran levantamiento topográfico en toda el área de la cantera empleando el método de las poligonales cerradas, utilizando estación total y GPS para una mayor precisión de coordenadas, disminuyendo así el margen de error.

Al tomar en cuenta coordenadas (X; Y) se puede determinar la extensión total del terreno en vista de planta, esto ayudará a conocer cuánto es el área de influencia de la cantera para poder así trabajar las zonas de explotación con mayor precisión. Luego de haber procedido a realizar el levantamiento topográfico se procedió a plantear la ubicación de oficinas administrativas, botaderos, canchas de acumulación de material, letrinas, trincheras sanitarias, garita de control, depósito temporal de residuos, área de almacenamiento de agua.

7.2. Estado actual de la cantera

La cantera Corporación Herrera S.A.C actualmente viene realizando operaciones de extracción y comercialización de materiales de construcción, logrando una producción diaria de 100 m³/día y a la vez cuenta con maquinaria propia para realizar dichas labores.

Infraestructura y/o instalaciones auxiliares:

La cantera Corporación Herrera S.A.C cuenta actualmente con las siguientes infraestructuras y/o instalaciones auxiliares:

1. **Botadero:** El Botadero para acumulación de desmonte.
2. **Cancha de Acumulación de Material de Construcción:** Cuenta con tres (03) áreas para acumular materiales de construcción.
3. **Comedor:** Cuenta con una caseta de ladrillo y techo de calamina.
4. **Trinchera sanitaria:** Cuenta con las siguientes características, una excavación tipo zanja de 2.90 metros x 3.50 metros x 1.7 metros de profundidad, revestida con geo membrana y protegida contra la lluvia mediante un techo de calamina o similar.
5. **Oficina Administrativa:** La oficina será instalada dentro del área de concesión minera, con elementos prefabricados de madera y metal, el área de oficina tiene unas dimensiones totales de 5.00 x 10.00 metros.
6. **Garita de Control:** Este elemento tiene como función albergar al vigilante, tiene las dimensiones de 2.00 x 2.00, construido con material prefabricado teniendo 03 ventanas de 0.70 metros de ancho y 0.70 de altura, 01 puerta de 0.92 metros con techo de calamina y piso de madera.
7. **Área de Almacenamiento de Agua:** Se almacenará en tanques de polietileno de 1,200 litros, para uso doméstico y una piscina artesanal recubierta con geomembrana con capacidad de 7, 000 litros, para uso industrial y mitigación de polvos que se generan producto de la misma actividad minera, mientras que para el consumo humano se suministra semanalmente botellones de agua mineral.
8. **Almacén:** Este elemento tiene la función de albergar elementos como: Aceites, filtros, baterías, bujías, motores eléctricos, poleas, etc.

Tabla 59: Coordenadas de ubicación (UTM WGS84) de las instalaciones de la cantera.

N°	INSTALACIONES	COORDENADAS U.T.M. – PSAD 56		ALTURA
		Este (X)	Norte (Y)	
A1	Cancha Acum.Mat.Const	648,200.00	9,267,255.00	135 m.s.n.m.
A2	Cancha Acum.Mat.Const	648,162.00	9,267,223.00	132 m.s.n.m.
B	Botadero	648,125.00	9,267,255.00	119 m.s.n.m.
C	Almacén	648,276.00	9,266,917.00	136 m.s.n.m.
D	Oficina	648,286.00	9,267,038.00	137 m.s.n.m.
E	Área almacenamiento de agua	648,258.00	9,266,880.00	139 m.s.n.m.
F	Tanques de agua	648,264.00	9,266,886.00	-
G	Comedor	648,277.00	9,266,914.00	138 m.s.n.m.
H	Trinchera Sanitaria	648,282.00	9,266,889.00	137 m.s.n.m.
I	Garita de Control	648,201.00	9,267,159.00	136 m.s.n.m.
J	Cuarto del personal	648,286.00	9,266,901.00	137 m.s.n.m.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Las coordenadas fueron obtenidas con GPS (Garmin etrex 10), de los diferentes puntos de ubicación de las instalaciones e infraestructura de la cantera Corporación Herrera S.A.C.

Maquinaria:

La tabla N°4 muestra las características principales de la maquinaria que actualmente cuenta la cantera Corporación Herrera S.A.C.

Tabla 60: Maquinaria actual de la cantera Corporación Herrera S.A.C.

N°	Maquinaria	Marca	Modelo	HP	Capacidad	Combustible
01	excavadora	CAT	325C	188	1.75 m ³	DIESEL
02	Cargador frontal	Yutong	956H	115	3.5 m ³	DIESEL
01	Cargador frontal	CAT	950G	180	4 m ³	DIESEL

10	volquetes	FAW	CA3256 6X4 DIESEL	375	17m ³	DIESEL
5	volquetes	International	WorkStar	600	30 m ³	DIESEL

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Precios de venta actuales de los materiales:

En la tabla N° 5 se puede observar los precios de los materiales in situ de la cantera Corporación Herrera S.A.C.

Tabla 61: Precios de venta actuales de los materiales.

Material	Precios (soles/m³)
Ripio ½”	55
Ripio ¾”	55
Afirmado	25
Piedra base	25
Arena	35
confitillo	25

Fuente: Elaboración propia, 2019.

7.3. Secuencia de minado

Método de extracción:

El método que se ha propuesto para la cantera Corporación Herrera S.A.C, ha sido seleccionado teniendo en cuenta las diferentes características del yacimiento y la realización de un perfil estratigráfico de la misma, para determinar los diferentes tipos de depositación y potencia de los bancos, con el objetivo de poder determinar la altura e inclinación de los bancos de extracción, de los cuales se pudieron determinar la altura total de banco con material es de 7.7 m, para luego realizar la extracción de este, el cual se va dividir en dos bancos de 3.85 m de altura de banco. La secuencia de minado para la cantera Corporación Herrera S.A.C., se explica a continuación:

1. Desbroce: Las operaciones de despeje y desbroce del terreno superficial son las necesarias para dejar libre de material orgánico y vegetación existente, para luego el material de interés este libre para poder ejecutar el arranque, cabe recalcar que la potencia de este estrato es de 0.30 m. Esta operación de desbroce se va realizar con un cargador frontal con las siguientes características:

La tabla N°6 muestra las características del cargador frontal que se va encargar de la extracción del material estéril, como primer paso lo va realizar en el A1 (8.7 ha), teniendo como objetivo mover un volumen total de manera secuencial las 24,681.61 m³, y como segundo paso remover un total de 87,714.08 m³.

Tabla 62: Características técnicas de la maquinaria - cargador frontal.

Maquinaria	Marca	Modelo	HP	Capacidad
Cargador frontal	CAT	950G	180	3.5 m ³

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Rendimiento del cargador frontal durante el desbroce

Capacidad del cucharón: 3.5 m³

Material: Orgánico

Ciclo: 1.50 min.

Eficiencia: 50%

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times (0.50)}{1.50 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 20 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Ahora calcularemos el volumen de material que se moverá en cada ciclo, de acuerdo a lo referido anteriormente:

$$\text{M}^3/\text{ciclo} = \text{Capacidad nominal} \times \text{factor de llenado}$$

$$\text{M}^3/\text{ciclo} = 3.5 \text{ m}^3 \times 0.50 = 1.75 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Finalmente el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento horario} = 1.75 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 20 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{Rendimiento horario} = 35 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Tabla 63: Volumen de material orgánico movido por el cargador frontal.

Cargador frontal	Volumen a mover en 4 horas diarias	Volumen a mover al mes	Volumen a mover al año
CAT 950G 3.5 m ³	140 m ³	3640 m ³	43,680 m ³
Costo hora s/120	s/480.00	s/12,480.00	s/149,760.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 64: Desbroce del A1 (8.7 HA) con cargador frontal.

Cargador frontal	Volumen total a mover m ³	Tiempo de ejecución del total del desbroce
CAT 950G 3.5 m ³	24,666.00	Aproximadamente 2 años Aproximadamente 6 meses
Costo hora s/120		s/74,880.00
Conformación en botadero	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 65: Desbroce del A2 (30 HA) con cargador frontal.

Cargador frontal	Volumen total a mover m ³	Tiempo de ejecución del total del desbroce
CAT 950G 3.5 m ³	87,714.00	Aproximadamente 2 años
Costo hora s/120		s/299,520.00
Conformación en botadero	0	0

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2. Extracción: En la actualidad la cantera en estudio no cuenta con un método de extracción, la manera que se realiza la extracción del material actualmente es empírica

sin ningún tipo de análisis anteriormente y la forma que lo extraen es mecanizada, el arranque del material es realizado con una excavadora, la carga y zarandeado es con cargador frontal, por tal motivo se hace la propuesta de un método de extracción que puede mejorar e incrementar la producción de la cantera Corporación Herrera S.A.C, cabe recalcar que se va tomar medidas de 20 m de corrida, un frente con 20 m, la realización de 2 bancos con alturas de aproximadamente 3.85 m y se va realizar de forma secuencial, en sentido paralelo de la corriente de las aguas en tiempos de lluvias (Noroeste), se toma en cuenta este dato por motivo que el organismo del agua ANA le recomendó al titular de la cantera.

Las características de dichos equipos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 66: Especificaciones técnicas de la maquinaria empleada en la extracción del material.

N°	Maquinaria	Marca	Modelo	HP	Capacidad	Combustible
01	excavadora	CAT	325C	188	1.75 m ³	DIESEL
02	Cargador frontal	Yutong	956H	115	3 m ³	DIESEL
01	Cargador frontal	CAT	950G	180	3.5 m ³	DIESEL

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Rendimiento de la excavadora CAT

Capacidad del cucharón: 1.75 m³

Material: Conglomerados

Ciclo: 0.50 min.

Eficiencia: 75%

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times 0.75}{0.50 \text{ min}} = 90 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Cantidad del material = Capacidad del cucharon x factor de llenado

$$\text{Cantidad del material} = 1.5 \text{ m}^3 \times 1.1$$

$$\text{Cantidad del material} = 1.65 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = 1.65 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 90 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{Rendimiento} = 148.5 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

La tabla N°67 muestra el resultado del cálculo de la capacidad de la cuchara de la excavadora logrando obtener sus volúmenes totales durante día, mes y año.

Tabla 67: Volumen del material conglomerado movido por la excavadora.

Maquinaria	Capacidad	Volumen a mover en 4 h diarias	Volumen a mover al mes	Volumen a mover al año
CAT 950G 3.5 m ³	1.5 m ³	594 m ³	15,444 m ³	185,328 m ³
Costo hora s/130		s/520.00	s/13,520.00	s/162,240.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla N°68 muestra el resultado del costo total en soles del movimiento del volumen del A1 realizado con la excavadora.

Tabla 68: Extracción del material conglomerado (H = 7.7 m) del A1 (8.7 HA) con excavadora.

Excavadora CAT	Volumen total a mover m ³	Tiempo de ejecución del total del desbroce
1.75 m ³	680,165.3	Aproximadamente 2 años y 6 meses
Costo hora s/130		s/567,840.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

La tabla N°69 muestra el resultado del costo total en soles del movimiento del volumen del A2 realizado con la excavadora.

Tabla 69: Extracción del material conglomerado (H = 7.7 m) del A2 (30 HA) con excavadora.

Excavadora CAT	Volumen total a mover m ³	Tiempo de ejecución del total del desbroce
1.75 m ³	2,298,052	Aproximadamente 12 años
Costo hora s/130		s/1,946,880.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Rendimiento del cargador frontal CAT

Capacidad del cucharón: 3.5 m³

Material: Conglomerados

Ciclo: 0.44 min.

Eficiencia: 75%

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times (0.50)}{0.44 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 102 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Ahora calcularemos el volumen de material que se moverá en cada ciclo, de acuerdo a lo referido anteriormente:

M³/ciclo = Capacidad nominal x factor de llenado

$$\text{M}^3/\text{ciclo} = 3.5 \text{ m}^3 \times 0.75 = 2.625 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Finalmente el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento horario} = 2.625 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 102 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{Rendimiento horario} = 267.75 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

La tabla N°70 muestra el resultado del cálculo de la capacidad de la cuchara de la excavadora logrando obtener sus volúmenes totales durante día, mes y año.

Tabla 70: Volumen del material conglomerado movido por el cargador frontal CAT 950G.

Maquinaria	Capacidad	Volumen a mover en 4 h diarias	Volumen a mover al mes	Volumen a mover al año
CAT 950G 3.5 m ³	3.5 m ³	1071 m ³	27,846 m ³	334,152 m ³
Costo hora s/120		s/480.00	s/12,480.00	s/149,760.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Rendimiento del cargador frontal YUTONG

Capacidad del cucharón: 3 m³

Material: Conglomerados

Ciclo: 0.44 min.

Eficiencia: 75%

Los ciclos por hora serán:

$$\frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times (0.75)}{0.44 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 102 \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}}$$

Ahora calcularemos el volumen de material que se moverá en cada ciclo, de acuerdo a lo referido anteriormente:

M³/ciclo = Capacidad nominal x factor de llenado

$$\text{M}^3/\text{ciclo} = 3 \text{ m}^3 \times 0.75 = 2.25 \text{ m}^3/\text{ciclo}$$

Finalmente el rendimiento será:

$$\text{Rendimiento horario} = 2.25 \frac{\text{m}^3}{\text{ciclo}} \times 102 \frac{\text{ciclos}}{\text{hr}}$$

$$\text{Rendimiento horario} = 229.9 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

La tabla N°71 muestra el resultado del cálculo de la capacidad de la cuchara de la excavadora logrando obtener sus volúmenes totales durante día, mes y año.

Tabla 71: Volumen del material conglomerado movido por el cargador frontal YUTONG.

Maquinaria	Capacidad	Volumen a mover en 4 h diarias	Volumen a mover al mes	Volumen a mover al año
Yutong	3 m ³	918 m ³	23,868 m ³	286,416 m ³
Costo hora s/120		s/480.00	s/12,480.00	s/149,760.00

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Nota: Cabe recalcar que no se ha tomado en cuenta la sobre excavación de 1 m de material estéril ocasionado por la mala determinación del material valioso por parte de los maquinistas y del titular de la cantera, es por ello que a continuación se va determinar su valor económico de extracción de este, para poder verificar el gasto innecesario bebido a la falta de conocimientos y estudios ya mencionados en la propuesta.

3. Diseño de bancos: El diseño de los bancos estará sujeto a los medios actuales de extracción es por ello que se ha considerado adecuado una altura de banco de 3.85 metros de altura. El ángulo de los bancos se determinó mediante los valores establecidos de Protodyakonov tomando en cuenta el coeficiente de resistencia del material que se presenta en la cantera.

$$\alpha = \arct(f)$$

Dónde:

α = Ángulo de talud o ángulo de banco

f = Coeficiente de resistencia

Según Protodyakonov el coeficiente de resistencia que presenta el material de la cantera (Categoría 4) sería de grado de resistencia alto teniendo un valor de 4.

$$\alpha = \arct(4)$$

$$\alpha = 75.96^\circ$$

Se logró determinar la realización 2 de bancos, con una altura aproximada cada uno de 3.85 m, de los cuales deberán presentar como máximo un ángulo de inclinación de 75.96° para cerciorarse que las actividades extractivas sean seguras para los trabajadores y maquinarias.

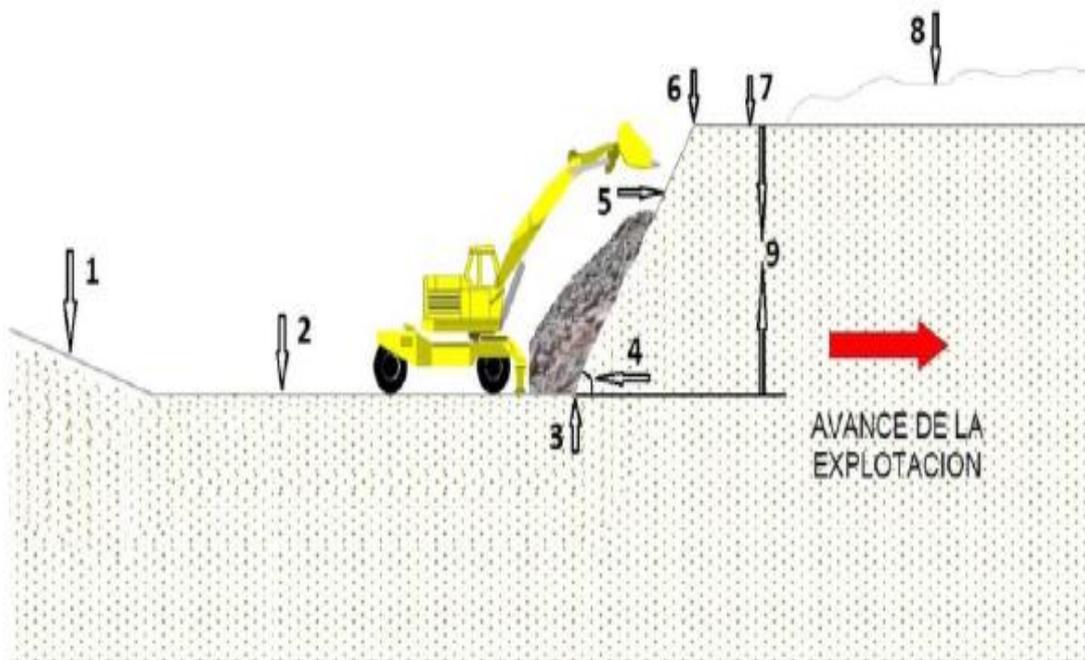


Figura 4: Diseño del método de extracción por transferencia. **Fuente:** Elaboración propia, 2019.

- a. Rampa de acceso
- b. Fondo de extracción
- c. Ángulo de banco
- d. Talud de banco
- e. Cresta de banco
- f. Berma
- g. Cobertura vegetal
- h. Altura del banco

4. Plan de cierre: El plan de cierre que será empleado en la cantera Corporación Herrera S.A.C., es de la secuencia de acuerdo al avance de la extracción por motivo que el método propuesto de extracción por transferencia tiene como objetivo, verter el material orgánico e inerte al hueco generado por la primera extracción trayendo consigo una considerable ventaja.

5. Realización de la evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto: La realización de la evaluación económica de la rentabilidad del proyecto se va a realizar en base a la comparación de la extracción actual de forma empírica y el análisis ventajoso si se ejecuta el método de extracción por transferencia.

Tabla 72: Análisis comparativo entre la extracción actual de la cantera Vs el método de extracción por transferencia.

Extracción actual del material realizado empíricamente	Extracción actual del material realizado con el método de extracción por transferencia
1. No se realiza un estudio de las características del depósito.	1. Se realizó un estudio para poder determinar las características del depósito.
2. No se determina la geometría del yacimiento.	2. Se determinó la geometría del yacimiento a través de la realización del cálculo de reservas.
3. No se realiza un perfil estratigráfico para poder determinar la profundidad del material valioso generando la extracción innecesaria de 13,637.85 m ³ ocasionando pérdidas económicas valorizadas hasta la actualidad de s/11,440.00 .	3. Se realizó un perfil estratigráfico el cual permitió reconocer los diferentes estratos, de los cuales se logró determinar el material valioso de 7.7 m de altura aproximadamente y de 1 m de sobre excavación, ocasionando pérdidas económicas y a la vez la contaminación del material.
4. Realizan el arranque del material sin su debido desbroce generando contaminación al material.	4. Se realizó el desbroce del material orgánico.

5. No realizan un análisis de la calidad del material.	5. Se realizó un análisis de calidad de los materiales determinando su calidad para su comercialización.
6. No determinan la altura y su inclinación de los bancos de extracción.	6. Se determinó la realización de 2 bancos con una altura aproximada de 3.85 m.
7. No determinan una secuencia de extracción.	7. Se determinó la secuencia de extracción de forma paralela al sentido de la corriente de las aguas en tiempos de lluvias.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

REFERENCIAS

1. ARGÜELLO BONILLA, Daniel Alejandro. Diseño de explotación de los materiales de construcción existentes en la cantera Santa Anita, ubicada en la parroquia Salache, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. Tesis (Ingeniero de Minas). Quito: Universidad Central Del Ecuador, facultad de ingeniería en geología, minas, petróleos y ambiental. 2015.
Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7703>
2. ALVARADO CLAVIJO, Nelson Javier. Gestión en la productividad de agregados para pavimentos, caso Quinoa – San Francisco Tramo I. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, facultad de ingeniería, 2013.
Disponible en: <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/425>
3. ALVAREZ GIMENES, Iván Domingo. Plan de explotación minero de la cantera C.A. Cantera Yaracuy, municipio La Trinidad, sector Las Casitas, estado Yaracuy. Tesis (Ingeniero de Minas). Caracas: Universidad Central De Venezuela, 2006.
Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/15521>
4. ÁVILA MUÑOZ, Carlos Arturo y TOBO SIACHOQUE, Rafael Andrés. Diseño del método de explotación a cielo abierto para la mina El Diamante, dentro del contrato en virtud del aporte N°. 00904-15 en el municipio de Tibasosa, vereda La Carrera. Tesis (Ingeniero de Minas). Colombia: Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia, facultad seccional Sogamoso, 2014.
Disponible en: <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1515>
5. CENTRO NACIONAL MINERO. Métodos de Explotación en Minería a Cielo Abierto. SENA (Módulo de Formación) Colombia, 2003 [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2018].
Disponible en:
<file:///D:/999999/TERMINADO%20PROYECTO/BIBLIOGRAFIA/METODOS%20DE%20EXPLORACION%20variable%20indep.pdf>

6. Constitución política del Perú Art 2º inciso 22.

7. GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE. Estudio Geológico del Departamento de Lambayeque. (Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible). Perú, 2013 [Fecha de consulta: 30 de Mayo del 2018].
Disponible en:
<file:///D:/999999/TERMINADO%20PROYECTO/BIBLIOGRAFIA/GEOLOGIA%20REGIONAL%20GOBIERNO%20REGIONAL.pdf>

8. HERRERA HERBERT, Juan. Diseño de explotaciones de cantera. Madrid: Universidad Politécnica De Madrid, 2007.
ID: 21839
Disponible en: <http://oa.upm.es/21839/>

9. HERRERA HERBERT, Juan. Métodos de minería a cielo abierto. Madrid: Universidad Politécnica De Madrid, 2006.
ID: 10675
Disponible en: <http://oa.upm.es/10675/>

10. Ley N°27651 Ley de promoción y formalización de la pequeña minería y minería artesanal y reglamento modificado por D.L. N°1040, D.S. N°013 – 2002 – EM y reglamento de la ley de Formalización y Promoción de la pequeña minería y minería artesanal.

11. Ley N°27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.

12. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N°024 – 2016 - EM.

13. Reglamento para la protección ambiental en la actividad minero – metalúrgica (D.S. N°016 – 93 - EM.

14. SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Marcos. Diseño de un nuevo sistema de explotación y laminación de rocas dimensionables del ejido de Chapantongo, HGO. Tesis (Ingeniero de Minas y Metalurgista). México: Universidad Nacional Autónoma De México, 2015.
Disponible en:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/5677>
15. SOTO MESTANZA, Marco Antonio y CHÁVEZ RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. Estudio de factibilidad técnica económica de explotación de mármol, para optimizar la rentabilidad económica en la concesión minera cantera San Rita 2010, Cajamarca 2016. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte, 2016.
Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10693>
16. Texto único ordenado de la ley general de minería (D.S. N°014 – 92 - EM).
17. TORRES García, Percy Luis. Estudio bioestratigráfico de la formación Chulec en la zona de Puyllucana – Santa Úrsula. Tesis (Ingeniero geólogo). Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca, facultad de ingeniería, 2014.
Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/123>

ANEXOS

**ANEXO 1:
MATRIZ DE CONSISTENCIA**



**MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA
CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C.**

PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
Inadecuada aplicación del método de extracción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C.	¿En qué medida la aplicación del método de extracción por transferencia mejorará la extracción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018?	<p>Proponer el método de extracción por transferencia para mejorar la producción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar el reconocimiento del área de estudio, para determinar el estado actual en que se encuentra la cantera. - Determinar la geología del área de estudio mediante el 	Con la propuesta del método de extracción por transferencia se mejorará la producción de agregados en la cantera Corporación Herrera S.A.C. Mesones Muro 2018.	<p>V. Independiente:</p> <p>Método de extracción por transferencia.</p> <p>V. Dependiente:</p> <p>Mejora de la producción de agregados.</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Propositivo.</p> <p>Método:</p> <p>Cuantitativo:</p> <p>Técnica:</p> <p>T. Investigación documental. T. De campo. T. Observación directa. T. Entrevista.</p>

		<p>uso de calicatas para explorar el yacimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar un estudio de análisis de calidad de los agregados para determinar su uso en la industria. - Determinar las reservas probadas y probables del yacimiento por medio del software RecMin. - Evaluar la secuencia de aplicación del método de extracción por transferencia. - Realizar una evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto. 			<p><u>Instrumento:</u></p> <p>Guía de observación de campo.</p> <p>Guía de observación de laboratorio.</p> <p>Guía de entrevista.</p>
--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2019.

ANEXO 2:

VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS



MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

Método de extracción por transferencia para mejorar la producción de agregados en la cantera corporación Herrera S.A.C. - Meses mayo 2018

1.2 Investigador (a) (es):

Walter Ray Robinson Tencio

2. ASPECTOS A VALIDAR:

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

PROMEDIO DE VALORACIÓN

82%

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Walter Ray Robinson Tencio DNI: 26733726

Grado académico: Doctor en Ciencias Centro de Trabajo: UNT

Firma: [Firma] Fecha: 23/11/2018

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

METODO DE EXTENSION POR TRANSFERENCIA PARA HERRERAS
 LA PRODUCCION DE AGPECADOS EN LA CARRETA CORRREDORA
 HERRERA S.A.S. MESONES MUES 2018^o

1.2 Investigador (a) (es):

Vedugg Rios, Karolsson, Tenorio

2. ASPECTOS A VALIDAR:

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

PROMEDIO DE VALORACIÓN

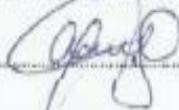
80

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

.....

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Silvia Sorbino Aguinaga Viquez DNI 16790469
 Grado académico: Maestría Centro de Trabajo:

Firma:  Fecha: 22-11-18

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEMORAR
 LA PRODUCCIÓN DE ASERADOS EN LA EMPRESA COOPERATIVA
 UCCRETA S.A.C - NECHES HUAYO 2018

1.2 Investigador (a) (es):

Vásquez Díaz, Robinson Torgida

2. ASPECTOS A VALIDAR:

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

PROMEDIO DE VALORACIÓN

75

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing. Juanes Angel Solares Tapayue DNI 028596220

Grado académico: Centro de Trabajo:

Firma: Fecha: 22.11.2018

ANEXO 3: RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO	
MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C.	

OBJETIVO: Realizar el reconocimiento del área de estudio, para determinar el estado actual en que se encuentra la cantera.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO				
COORDENADAS UTM DEL ÁREA DE LA CANTERA				
Vértice	Norte	Este		
01	9,268,635.58	646,745.48		
02	9,268,635.61	648,745.46		
03	9,266,635.62	648,745.46		
04	9,266,635.59	646,745.48		
PUNTOS GPS A.1				
Vértice	Este	Norte	Elevación	Área total
01	648220.766	9267727.1	118.844	10 hectáreas
02	648022.716	9267273	113.439	
03	648034.153	9267280.56	114	
04	648058.026	9267293.48	115.195	
05	648094.05	9267304.61	116	
06	648092.405	9267306.42	117	
07	648122.377	9267306.55	118	
08	648151.888	9267305.26	119	
09	648196.562	9267299.67	120	
10	648260.686	9267269.03	120.914	
11	648386.716	9267796	122.084	
PUNTOS GPS A.2				
Vértice	Este	Norte	Elevación	Área total

01	648220.766	9267727.1	118.844	30 hectáreas	
02	648022.716	9267273	113.439		
03	647660.775	9267362.06	110.00		
04	647355.55	9267436.96	106.072		
05	647532.79	9267802.75	110.85		
06	647877.736	9267764.91	113		
N°	INSTALACIONES	COORDENADAS U.T.M. – PSAD 56		ALTURA	
		ESTE (X)	NORTE (Y)		
A1	Cancha Acum.Mat.Const	648,200.00	9,267,255.00	135 m.s.n.m.	
A2	Cancha Acum.Mat.Const	648,162.00	9,267,223.00	132 m.s.n.m.	
B	Botadero	648,125.00	9,267,255.00	119 m.s.n.m.	
C	Almacén	648,276.00	9,266,917.00	136 m.s.n.m.	
D	Oficina	648,286.00	9,267,038.00	137 m.s.n.m.	
E	Almacenamiento de agua	648,258.00	9,266,880.00	139 m.s.n.m.	
F	Tanques de agua	648,264.00	9,266,886.00	-	
G	Comedor	648,277.00	9,266,914.00	138 m.s.n.m.	
H	Trinchera Sanitaria	648,282.00	9,266,889.00	137 m.s.n.m.	
I	Garita de Control	648,201.00	9,267,159.00	136 m.s.n.m.	
J	Cuarto del personal	648,286.00	9,266,901.00	137 m.s.n.m.	
N°	MAQUINARIA	MARCA	MODELO	Hp	CAPACIDAD
01	Excavadora	CAT	325C	188	1.7 m ³
02	Cargador frontal	Yutong	956H	115	3 m ³
01	Cargador frontal	CAT	950G	180	3.5 m ³
10	Volquetes	FAW	CA3256	375	17m ³
05	Volquetes	International	WorkStar	600	30 m ³
PLANTA CHANCADORA CERRO AZUL					
Producción	Volumen (m ³ /día)	Volumen (m ³ /mes)	Volumen (m ³ /año)		
Ripio ½"	40	1,040.00	324,480.00		
Ripio ¾"	50	1,300.00	405,600.00		
Confitillo	10	260.00	81,120.00		
Total	100	2,600.00	811,200.00		

Fuente: Elaboración propia, 2019.

ANEXO 4:
GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL



**MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN
HERRERA S.A.C.**

OBJETIVO: Determinar la geología del área de estudio mediante el uso de calicatas para explorar el yacimiento.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO							
GEOLOGÍA REGIONAL							
Ciclos	Orogénesis		Denudación	Sedimentación			
Eras	Paleozoico		Mesozoico	Cenozoico			
Origen	Orogénesis		Denudacional				
Tipos De Depósitos	Fluvio - aluviales		Eólico	Aluviales			
Materiales	Matriz limo arcillosa	Arena de relleno	Grava de diferente granulometría	Arena de granulometría fina	Grava	arena	Matriz arenolimosas
Yacimiento	Sedimentario y geoformas						
GEOLOGÍA LOCAL							
ACCIDENTE GEOGRÁFICO				Paleo terrazas			
PERIODO				Jurásico			
ÉPOCA				Cuaternaria			
DEPOSITO				Fluvial, aluvial, coluvial			
YACIMIENTO				Sedimentario			

UBICACIÓN U.T.M DE LAS CALICATAS			
COORDENADAS			
Calicatas A:1	Este	Norte	Elevación
1	648031	9267292	117
2	648111	9267314	118
3	648258	9267271	118
4	648308	9267501	117
5	648359	9267713	118
6	648297	9267747	119
7	648257	9267533	118
8	648186	9267309	120
9	648171	9267539	119
Calicatas A:2	Este	Norte	Elevación
10	647806	9267439	115
11	647468	9267641	113
12	647750	9267882	113.5
13	648011	9267781	116

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**ANEXO 5:
ENSAYOS DE LABORATORIO**



**MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN
HERRERA S.A.C.**

OBJETIVO: Realizar un estudio de análisis de calidad de los agregados para determinar su uso en la industria.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO					
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128)					
Muestra	Agregado grueso cantera Cerro Azul				
Peso muestra (gr)	5,000.00				
Peso muestra secada (gr)	5,000.00				
Pesos finos lavados (gr)	-				
Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)
3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00
1 ½"	38.10	296.00	5.92	5.92	94.08
1"	25.00	1,932.00	38.64	44.56	55.44
¾"	19.00	1,493.00	29.86	74.42	25.58
½"	12.50	759.00	15.18	89.60	10.40
3/8"	9.50	319.00	6.38	95.98	4.02
N°4	4.75	199.00	3.98	99.96	0.04
N°8	2.00				
N°16	0.85				
N°30	0.425				

N°50	0.30				
N°100	0.15				
N°200	0.074				
Platillo		2.00			
Platillo + pérdida por lavado		2.00	0.04	100.00	
		5,000.00	100.00		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128)					
Muestra	Agregado fino cantera Cerro Azul				
Peso muestra (gr)	1,000.00				
Peso muestra secada (gr)	1,020.00				
Pesos finos lavados (gr)	(20.00)				
Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)
3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00
1 ½"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.00	-	-	-	100.00
¾"	19.00	-	-	-	100.00
½"	12.50	-	-	-	100.00
3/8"	9.50	-	-	-	100.00
N°4	4.75	60.00	6.00	6.00	94.00
N°8	2.36	98.00	9.80	15.80	84.20
N°16	1.18	165.00	16.50	32.30	67.70
N°30	0.60	280.00	28.00	60.30	39.70
N°50	0.30	276.00	27.60	87.90	12.10
N°100	0.15	85.00	8.50	96.40	3.60
N°200	0.074	44.00	4.40	100.80	-0.80
Platillo		12.00	1.20		

Platillo + perdida por lavado	(8.00)	(0.80)	100.00	-	
	1,000.00	101.20			
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128)					
Muestra	Agregado fino cantera Cerro Azul				
Peso muestra (gr)	1,000.00				
Peso muestra secada (gr)	1,000.00				
Pesos finos lavados (gr)	-				
Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)
3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00
1 ½"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.00	-	-	-	100.00
¾"	19.00	-	-	-	100.00
½"	12.50	-	-	-	100.00
3/8"	9.50	-	-	-	100.00
N°4	4.75	60.00	6.00	6.00	94.00
N°8	2.36	98.00	9.80	15.80	84.20
N°16	1.18	165.00	16.50	32.30	67.70
N°30	0.60	260.00	26.00	58.30	41.70
N°50	0.30	276.00	27.60	85.90	14.10
N°100	0.15	85.00	8.50	94.40	5.60
N°200	0.074	44.00	4.40	98.80	1.20
Platillo		12.00	1.20		
Platillo + perdida por lavado		12	1.20	100.00	
		1,000.00	101.20		
Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 204 – ASTM D 422 – NTP 339.128)					
Muestra	M1				

Peso muestra (gr)	5,000.00				
Peso muestra secada (gr)	4,798.00				
Pesos finos lavados (gr)	202.00				
Tamices ASTM (pulg)	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% parcial retenido	% retenido acumulado (%)	% que pasa (%)
3"	75.00	-	-	-	100.00
2"	50.00	-	-	-	100.00
1 ½"	38.10	195.00	3.90	3.90	96.10
1"	25.00	498.00	9.96	13.86	86.14
¾"	19.00	475.00	9.50	23.36	76.64
½"	12.50	365.00	7.30	30.66	69.34
3/8"	9.50	448.00	8.96	39.62	60.38
Nº4	4.75	508.00	10.16	49.78	50.22
Nº8	2.00	655.00	13.10	62.88	37.12
Nº16	0.85	462.00	9.24	72.12	27.88
Nº30	0.425	385.00	7.70	79.82	20.18
Nº50	0.30	268.00	5.36	85.18	14.82
Nº100	0.15	479.00	9.58	94.76	5.24
Nº200	0.074	52.00	1.04	95.80	4.20
Platillo		8.00	0.16		
Platillo + pérdida por lavado		210.00	4.20	100.00	
		5,000.00	100.00		
Muestra				Agregado fino	
1	Nº de frasco volumétrico			1	
2	Peso de la muestra seca en la estufa – wo – (grs)			491.00	
3	Volumen del frasco – v – (cm ³)			500.00	
4	Volumen del agua añadida al frasco – va – (cm ³)			303.00	
5	Peso específico de masa – pem = (wo/(v – va)) (gr/cm ³)			2.49	

MUESTRA		M-1	M-2	
1	N° deposito	100	219	
2	Peso deposito + muestra húmeda	241.65	252.82	
3	Peso deposito + muestra seca	233.65	243.82	
4	Peso de agua contenida: (2) – (3)	7.90	9.00	
5	Peso deposito	42.42	29.46	
6	Peso muestra seca: (3) – (5)	191.33	214.36	
7	Contenido de humedad %: (4)/(6)*100	4.13	4.20	
Tipo de muestra		Afirmado	Arena	
1	Peso muestra + molde	10150	10200	
2	Peso de molde	6432	6432	
3	Peso de muestra 1 -2	3718	3768	
4	Volumen de molde	2132	2132	
5	Peso volumétrico. Grs/cm ³	1.76	1.56	
Muestra	pH	ppm		
		Sales totales	Cloruros	Sulfatos
Afirmado	7.22	1856.0	630.0	420.0

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**ANEXO 6:
CÁLCULO DE RESERVAS**



**MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN
HERRERA S.A.C.**

OBJETIVO: Determinar las reservas probadas y probables del yacimiento por medio del software RecMin.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO				
RESERVAS PROBADAS A1, 8.7 HA (CORTO Y MEDIANO PLAZO)				
MATERIAL ORGÁNICO				
Sección	Área	Paso	Parcial(m³)	Total (m³)
1	-99			
2	69.39	40	-592.2	-592.2
3	66.68	40	2,721.40	2,129.20
4	64.07	40	2,615.00	4,744.20
5	62.24	40	2,526.20	7,270.40
6	60.09	40	2,446.60	9,717.00
7	57.73	40	2,356.40	12,073.40
8	55.33	40	2,261.20	14,334.60
9	53.01	40	2,166.80	16,501.40
10	50.63	40	2,072.80	18,574.20
11	48.27	40	1,978.00	20,552.20
12	45.91	40	1,883.60	22,435.80
13	30.56	40	1,529.40	23,965.20
14	4.48	40	700.8	24,666.00
15	0	6.97	15.61	24,681.61
CONGLOMERADO				
Sección	Area	Paso	Parcial	Total
1	0			
2	1,390.93	40	27,818.60	27,818.60

3	1,342.89	40	54,676.40	82,495.00
4	1,296.34	40	52,784.60	135,279.60
5	1,249.17	40	50,910.20	186,189.80
6	1,201.90	40	49,021.40	235,211.20
7	1,154.67	40	47,131.40	282,342.60
8	1,107.25	40	45,238.40	327,581.00
9	1,039.36	40	42,932.20	370,513.20
10	954.29	40	39,873.00	410,386.20
11	964.12	40	38,368.20	448,754.40
12	918.25	40	37,647.40	486,401.80
13	610.5	40	30,575.00	516,976.80
14	90.84	40	14,026.80	531,003.60
15	0	6.98	317.03	531,320.60
ARENA				
Sección	Área	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	393.64	40	5,892.80	5,892.80
3	378.86	40	15,450.00	21,342.80
4	365.28	40	14,882.80	36,225.60
5	352.86	40	14,362.80	50,588.40
6	338.69	40	13,831.00	64,419.40
7	325.4	40	13,281.80	77,701.20
8	312.66	40	12,761.20	90,462.41
9	298.86	40	12,230.40	102,692.80
10	285.66	40	11,690.40	114,383.20
11	272.33	40	11,159.80	125,543.00
12	259.14	40	10,629.40	136,172.40
13	172.19	40	8,626.60	144,799.00
14	25.63	40	3,956.40	148,755.40
15	0	6.97	89.32	148,844.70
ARCILLA				
Sección	Área	Paso	parcial	Total

1	-99			
2	233.99	40	2,699.80	2,699.80
3	225.79	40	9,195.60	11,895.40
4	217.05	40	8,856.80	20,752.20
5	210.25	40	8,546.00	29,298.20
6	202.29	40	8,250.80	37,549.00
7	194.39	40	7,933.60	45,482.60
8	186.38	40	7,615.40	53,098.00
9	178.43	40	7,296.20	60,394.20
10	170.48	40	6,978.20	67,372.40
11	162.73	40	6,664.20	74,036.60
12	154.54	40	6,345.40	80,382.00
13	102.9	40	5,148.80	85,530.80
14	15.28	40	2,363.60	87,894.40
15	0	6.97	53.25	87,947.65
RESERVAS PROBABLES A2, 30 HA (LARGO PLAZO)				
MATERIAL ORGÁNICO				
Sección	Área	Paso	parcial	Total (m³)
1	0			
2	68.94	50	1,723.50	1,723.50
3	135.22	50	5,104.00	6,827.50
4	203.08	50	8,457.50	15,285.00
5	229.56	50	10,816.00	26,101.00
6	175.15	50	10,117.75	36,218.75
7	219.75	50	9,872.50	46,091.25
8	219	50	10,968.75	57,060.00
9	218.21	50	10,930.25	67,990.25
10	217.4	50	10,890.25	78,880.50
11	85.37	50	7,569.25	86,449.75
12	0	29.62	1,264.33	87,714.08
CONGLOMERADO				

Sección	Área	Paso	parcial	Total
1	0			
2	1,354.75	50	33,868.75	33,868.75
3	2,706.67	50	101,535.50	135,404.30
4	4,060.26	50	169,173.30	304,577.50
5	4,432.51	50	212,319.20	516,896.80
6	4,409.34	50	221,046.20	737,943.00
7	4,394.97	50	220,107.80	958,050.80
8	4,380.29	50	219,381.50	1,177,432.00
9	4,365.86	50	218,653.80	1,396,086.00
10	4,351.15	50	217,925.20	1,614,011.00
11	1,706.15	50	151,432.50	1,765,444.00
12	0	29.62	25,268.08	1,790,712.00
ARENA				
Sección	Área	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	383.25	50	7,106.25	7,106.25
3	766.79	50	28,751.00	35,857.25
4	1,150.21	50	47,925.00	83,782.25
5	1,261.93	50	60,303.50	144,085.80
6	1,293.96	50	63,897.25	207,983.00
7	1,245.05	50	63,475.25	271,458.30
8	1,240.98	50	62,150.75	333,609.00
9	1,236.70	50	61,942.00	395,551.00
10	1,232.53	50	61,730.75	457,281.80
11	483.43	50	42,899.00	500,180.80
12	0	29.62	7,159.60	507,340.30
ARCILLA				
Sección	Área	Paso	parcial	Total
1	-99			
2	221.77	50	3,069.25	3,069.25

3	446.37	50	16,703.50	19,772.75
4	669.83	50	27,905.00	47,677.75
5	738.36	50	35,204.75	82,882.50
6	727.13	50	36,637.25	119,519.80
7	725.01	50	36,303.50	155,823.30
8	722.63	50	36,191.00	192,014.30
9	720.21	50	36,071.00	228,085.30
10	717.72	50	35,948.25	264,033.50
11	281.45	50	24,979.25	289,012.80
12	0	29.63	4,169.68	293,182.40

Fuente: Elaboración propia, 2019.

**ANEXO 7:
EVALUACIÓN ECONÓMICA**



**MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN
HERRERA S.A.C.**

OBJETIVO: Realizar una evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO		
Áreas	Trabajadores	Sueldos individuales (incluido seguros)
Gerencia	01	s/.2500.00
Administración	01	s/.1500.00
Jefe de operaciones	01	s/.1300.00
Operadores de maquinaria	03	s/.1800.00
Operadores de volquetes	10	s/.1450.00
Mantenimiento	05	s/.1500.00
Vigilante	01	s/.950.00
Total	18	s/.11000.00
ÁREA 1		
Materiales	Volumen	
Arena	147,900.00 m ³	
Piedra base	174,000.00 m ³	
Piedra ¾"	130,500.00 m ³	
Piedra ½"	130,500.00 m ³	
Afirmado	87,000.00 m ³	
Tipo de material	Costo (soles/m³)	
Arena amarilla	35 + IGV	
Piedra chancada ½"	55 + IGV	
Piedra chancada ¾"	55 + IGV	

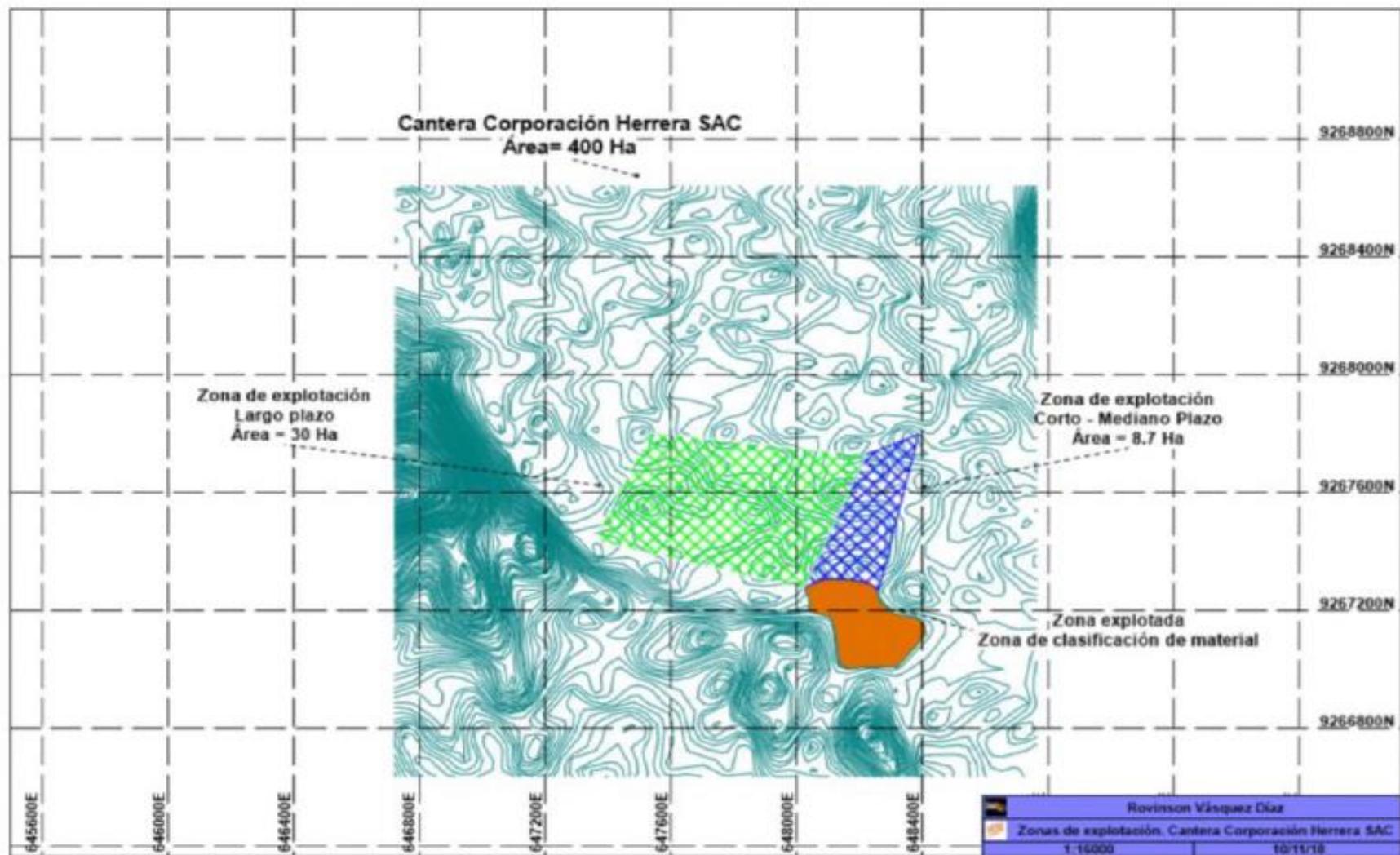
Piedra base	25 + IGV	
Afirmado	25 + IGV	
Confitillo	25 + IGV	
Materiales	Volumen	Costo (soles/m³)
Arena	147,900.00 m ³	5,176,500.00
Piedra base	174,000.00 m ³	3,697,500.00
Piedra ¾"	130,500.00 m ³	7,177,500.00
Piedra ½"	130,500.00 m ³	7,177,500.00
Afirmado	87,000.00 m ³	2,175,000.00
VIDA ÚTIL		
Producción diaria	200 m ³	
Días laborales	26 días	
Días en el año	312 días	
Producción anual	5200 m ³	
Volumen total	582,900.00 m ³	
Volumen de arena	147,900.00 m ³	
Volumen de piedra	174,000.00 m ³	
Volumen de afirmado	87,000.00 m ³	
Vida útil de arena	18 años	
Vida útil de piedra	20 años	
Vida útil de afirmado	21 años	
Vida útil	19 años	
ÁREA 2		
Materiales	Volumen	
Arena	510,000.00 m ³	
Piedra base	600,000.00 m ³	
Piedra ¾"	450,000.00 m ³	
Piedra ½"	450,000.00 m ³	
Afirmado	300,000.00 m ³	

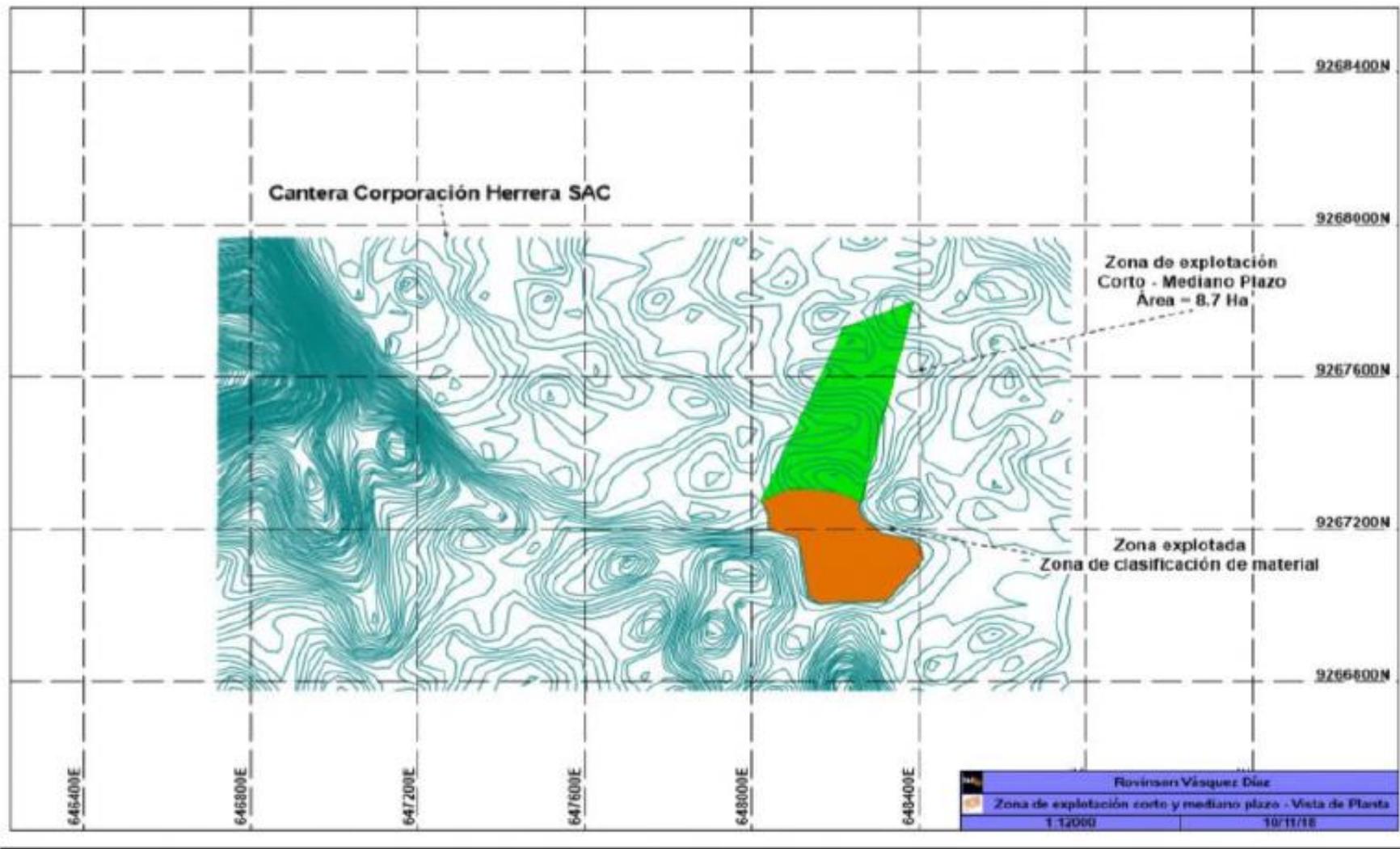
Tipo de material		Costo (soles/m ³)
Arena amarilla		35 + IGV
Piedra chancada ½"		55 + IGV
Piedra chancada ¾"		55 + IGV
Piedra base		25 + IGV
Afirmado		25 + IGV
Confitillo		25 + IGV
Materiales	Volumen	Costo (soles/m ³)
Arena	510,000.00 m ³	17,850,000.00
Piedra base	600,000.00 m ³	15,000,000.00
Piedra ¾"	450,000.00 m ³	24,750,000.00
Piedra ½"	450,000.00 m ³	24,750,000.00
Afirmado	300,000.00 m ³	7,500,000.00
VIDA ÚTIL		
Producción diaria	200 m ³	
Días laborales	26 días	
Días en el año	312 días	
Producción anual	62400 m ³	
Volumen total	2,310,000.00 m ³	
Volumen de arena	510,000.00 m ³	
Volumen de piedra	600,000.00 m ³	
Volumen de afirmado	300,000.00 m ³	
Vida útil de arena	58 años	
Vida útil de piedra	49 años	
Vida útil de afirmado	30 años	
Vida útil	45 años	

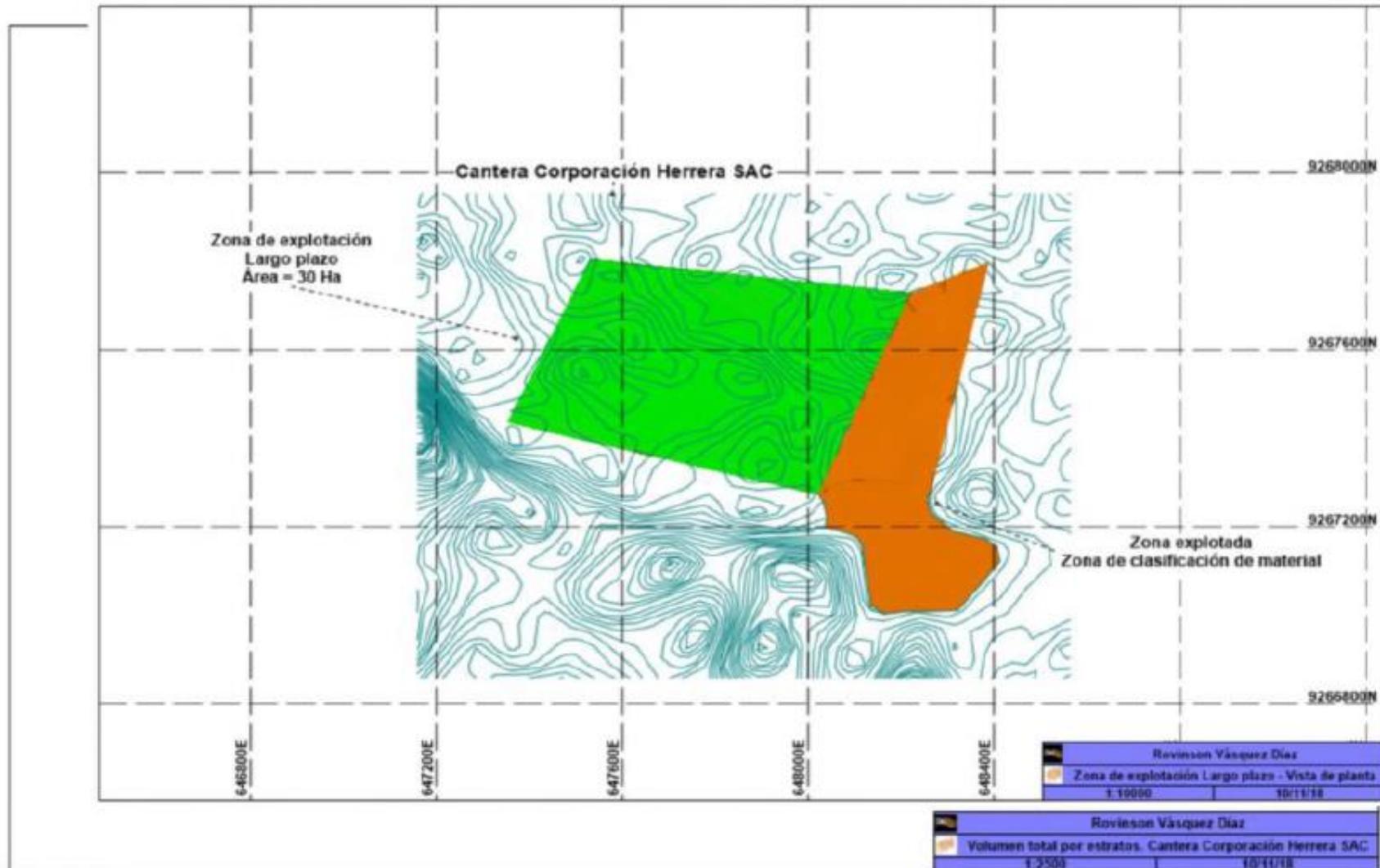
Fuente: Elaboración propia, 2019.

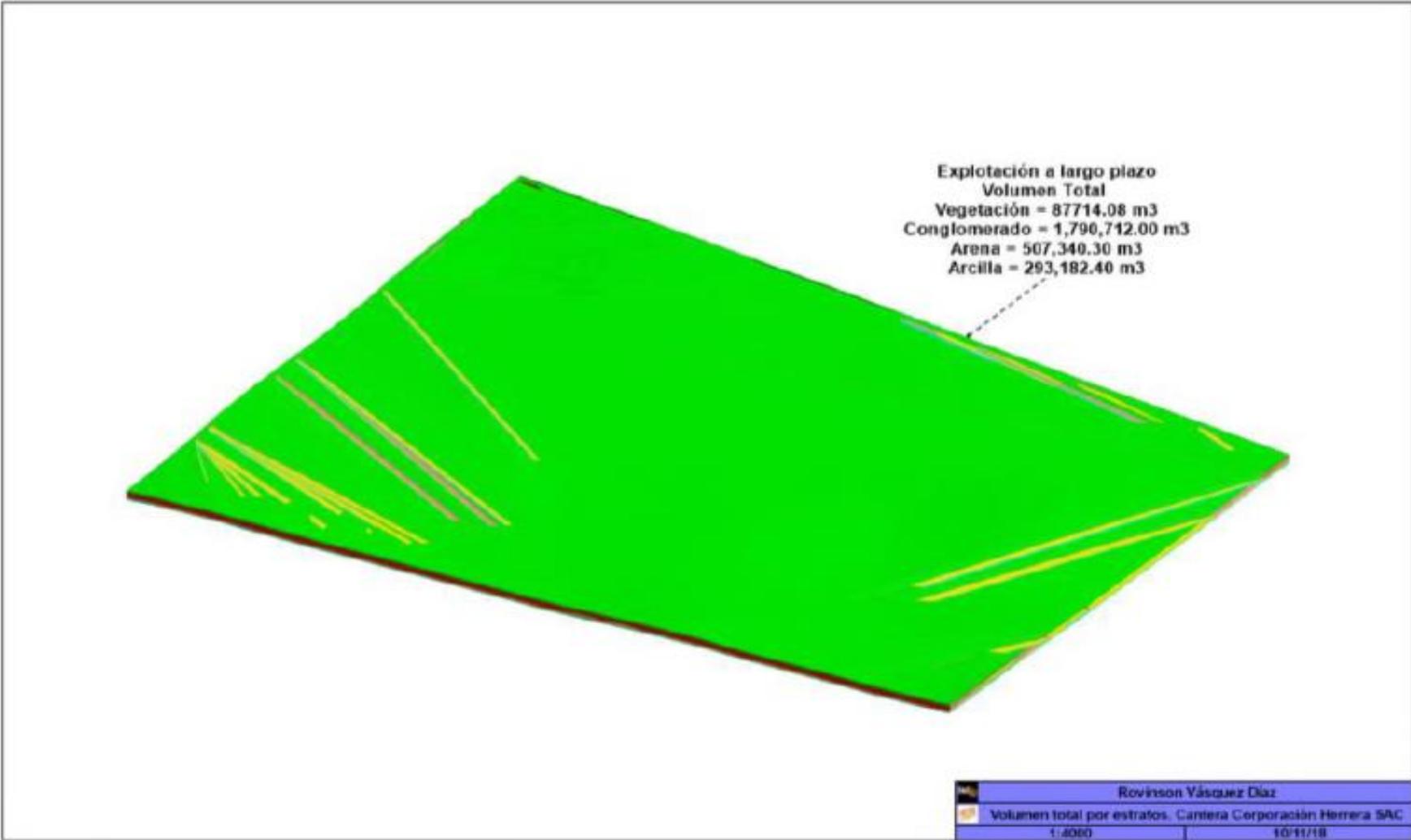
ANEXO 8:**CÁLCULO DE VOLÚMENES Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO****MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C.**

ESTRATIGRAFIA	COTA	MATERIAL
	0.3 metros	Material orgánico
	6 metros	Conglomerado (piedra y arena)
	1.70 metros	Deposito interno de agregados de sedimentos finos (arena)
	1 metro	Estéril (Arcillas)







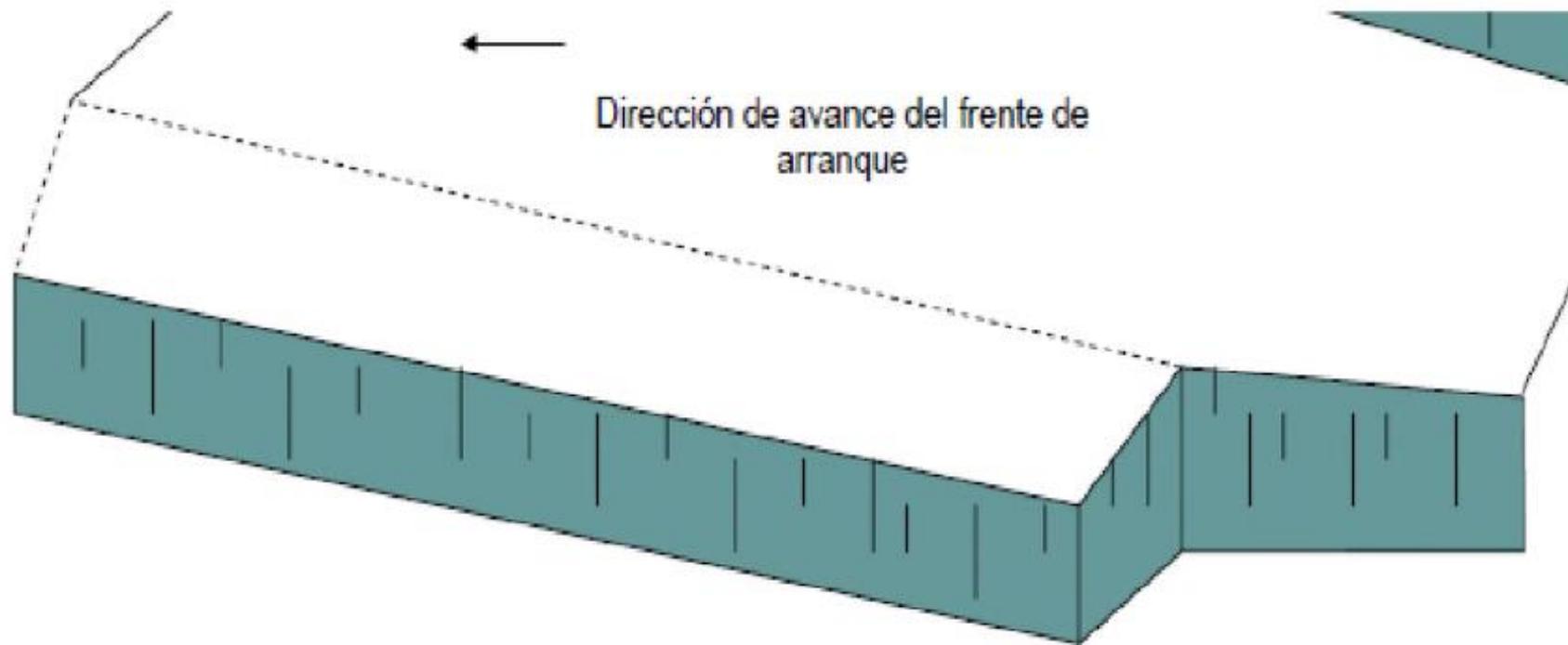


ANEXO 9:

DISEÑO DE LA SECUENCIA DE EXTRACCIÓN



MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C.



ANEXO 10:

REPORTE DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C.

ESTUDIOS DE GEOTECNIA, INGENIERÍA DE SUELOS Y CANTERAS.
 ENSAYOS DE LABORATORIO DE RESISTENCIA DE SUELOS, MUESTRAS Y CEMENTOS.
 CERTIFICACIÓN ISO 9001 Nº 3705. REGISTRO Nº 13376-30 (LIMA) - PERU.
 REGISTRO NACIONAL DE PROFESIONES 3096239
 ASOCIADO MAPO - ASOCIACIÓN PERUANA DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA



ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL SUELO
 A.S.T.M. D-2216

SOLICITANTE : BACH. VÁSQUEZ DÍAZ ROYALSON TEÓFILO
 PROYECTO : METODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA SAC MESONES MUÑO 2018
 MATERIAL : AFIRMADO
 PROCEDENCIA : CANTERA CERRO AZUL

LUGAR : CERRO AZUL
 DISTRITO : MESONES MUÑO
 PROVINCIA : FERREÑAFE
 REGIÓN : LAMBAYEQUE
 FECHA : OCTUBRE DE 2018

	BONDEO O CALICATA		
	MUESTRA	M 1	M 2
	PROFUNDIDAD		
1	Nº DEPOSITO	100	210
2	PESO DEPOSITO + MUESTRA HUMEDA	241.05	252.02
3	PESO DEPOSITO + MUESTRA SECA	233.75	243.82
4	PESO DE AGUA CONTENIDA: (2) - (3)	7.30	8.00
5	PESO DEPOSITO	42.42	28.48
6	PESO MUESTRA SECA: (3) - (5)	191.33	214.36
7	CONTENIDO HUMEDAD %: (4)/(6)*100	4.13	4.20

Jorge Luis Martínez Sandoval
 INGENIERO CIVIL
 R.C.I.P. Nº 3739

ENSAYO PARA DETERMINAR PESO VOLUMETRICO

SOLICITANTE	: BACH. VÁSQUEZ DÍAZ ROBINSON TEOFILO	LUGAR	: CERRO AZUL
PROYECTO	: METODO DE EXTRACCION POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCION DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACION HERRERA SAC MESONES MUÑO 2018	DISTRITO	: MESONES MUÑO
		PROVINCIA	: FERREÑAFE
MATERIAL	: APIMADO	REGION	: LAMBAYEQUE
PROCEDECIA	: CANTERA CERRO AZUL	FECHA	: OCTUBRE DE 2018

PESO VOLUMETRICO O DENSIDAD

TIPO DE MUESTRA	AFIRMADO	AFIRMADO	PROMEDIO
1. PESO MUESTRA + MOLDE	3150	3200	
2. PESO DE MOLDE	402	642	
3. PESO DE MUESTRA 1 - 2	2748	2758	
4. VOLUMEN DEL MOLDE	332	212	
5. PESO VOLUMET. G/CM ³ (SH)	1.34	1.27	1.26


 Jorge Luis Martínez Santos
 INGENIERO CIVIL
 A.C.I.P. Nº 37768

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

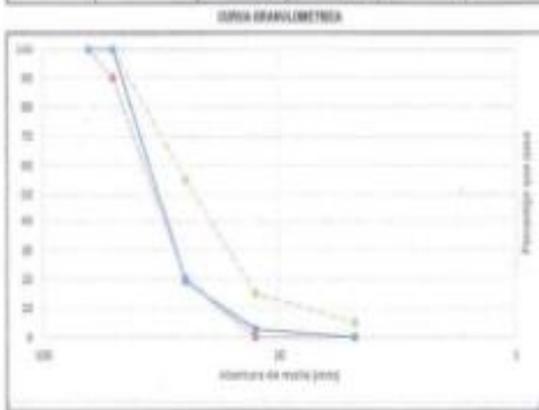
SOLICITANTE: BACS INGENIEROS ROYBON TEOFILO
 PROYECTO: METODO DE EXTRACCION POR TRANSFERENCIA PARA MEDIR LA PRODUCCION DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACION HEREDIA SAC MICHES MURO 2018
 MATERIAL: AGREGADO FINO
 PROCEDENCIA: CANTERA CERRO AZUL
 LUGAR: CERRO AZUL
 DISTRITO: MICHES MURO
 PROVINCIA: PERU/AYACUCHO
 REGION: LAMBAYEQUE
 FECHA: OCTUBRE DE 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (Nº E 204 - ASTM D 42 - FT 38.128)						
MUESTRA		AGREGADO FINO CANTERA CERRO AZUL				EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE 14 REALIZADO SOBRE UNA MUESTRA METRAL DE AREA SUPERFICIE DEL AGREGADO GRUESO.
PESO MUESTRA (g)		120.0				
PESO MUESTRA SECA (g)		120.0				
PESO FINES (ARJOS) (g)		-				
DIÁMETRO ASTM (mm)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% FINES RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASA (%)	
7	75.0	-	-	-	100.0	
20	75.0	-	-	-	100.0	
42	75.0	-	-	-	100.0	
75	75.0	-	-	-	100.0	
150	150.0	-	-	-	100.0	
300	300.0	-	-	-	100.0	
600	600.0	-	-	-	100.0	
125	125.0	88.00	73.33	88.00	16.67	
250	250.0	88.00	73.33	88.00	16.67	
500	500.0	88.00	73.33	88.00	16.67	
75	75.0	20.00	16.67	20.00	79.33	
150	150.0	12.00	10.00	32.00	67.33	
300	300.0	8.00	6.67	38.00	61.33	
600	600.0	2.00	1.67	40.00	58.33	
125	125.0	1.00	0.83	41.00	58.67	
250	250.0	0.50	0.42	41.50	58.50	
500	500.0	0.50	0.42	42.00	58.00	
75	75.0	0.50	0.42	42.50	57.50	
150	150.0	0.50	0.42	43.00	57.00	
300	300.0	0.50	0.42	43.50	56.50	
600	600.0	0.50	0.42	44.00	56.00	
125	125.0	0.50	0.42	44.50	55.50	
250	250.0	0.50	0.42	45.00	55.00	
500	500.0	0.50	0.42	45.50	54.50	
75	75.0	0.50	0.42	46.00	54.00	
150	150.0	0.50	0.42	46.50	53.50	
300	300.0	0.50	0.42	47.00	53.00	
600	600.0	0.50	0.42	47.50	52.50	
125	125.0	0.50	0.42	48.00	52.00	
250	250.0	0.50	0.42	48.50	51.50	
500	500.0	0.50	0.42	49.00	51.00	
75	75.0	0.50	0.42	49.50	50.50	
150	150.0	0.50	0.42	50.00	50.00	
300	300.0	0.50	0.42	50.50	49.50	
600	600.0	0.50	0.42	51.00	49.00	
125	125.0	0.50	0.42	51.50	48.50	
250	250.0	0.50	0.42	52.00	48.00	
500	500.0	0.50	0.42	52.50	47.50	
75	75.0	0.50	0.42	53.00	47.00	
150	150.0	0.50	0.42	53.50	46.50	
300	300.0	0.50	0.42	54.00	46.00	
600	600.0	0.50	0.42	54.50	45.50	
125	125.0	0.50	0.42	55.00	45.00	
250	250.0	0.50	0.42	55.50	44.50	
500	500.0	0.50	0.42	56.00	44.00	
75	75.0	0.50	0.42	56.50	43.50	
150	150.0	0.50	0.42	57.00	43.00	
300	300.0	0.50	0.42	57.50	42.50	
600	600.0	0.50	0.42	58.00	42.00	
125	125.0	0.50	0.42	58.50	41.50	
250	250.0	0.50	0.42	59.00	41.00	
500	500.0	0.50	0.42	59.50	40.50	
75	75.0	0.50	0.42	60.00	40.00	
150	150.0	0.50	0.42	60.50	39.50	
300	300.0	0.50	0.42	61.00	39.00	
600	600.0	0.50	0.42	61.50	38.50	
125	125.0	0.50	0.42	62.00	38.00	
250	250.0	0.50	0.42	62.50	37.50	
500	500.0	0.50	0.42	63.00	37.00	
75	75.0	0.50	0.42	63.50	36.50	
150	150.0	0.50	0.42	64.00	36.00	
300	300.0	0.50	0.42	64.50	35.50	
600	600.0	0.50	0.42	65.00	35.00	
125	125.0	0.50	0.42	65.50	34.50	
250	250.0	0.50	0.42	66.00	34.00	
500	500.0	0.50	0.42	66.50	33.50	
75	75.0	0.50	0.42	67.00	33.00	
150	150.0	0.50	0.42	67.50	32.50	
300	300.0	0.50	0.42	68.00	32.00	
600	600.0	0.50	0.42	68.50	31.50	
125	125.0	0.50	0.42	69.00	31.00	
250	250.0	0.50	0.42	69.50	30.50	
500	500.0	0.50	0.42	70.00	30.00	
75	75.0	0.50	0.42	70.50	29.50	
150	150.0	0.50	0.42	71.00	29.00	
300	300.0	0.50	0.42	71.50	28.50	
600	600.0	0.50	0.42	72.00	28.00	
125	125.0	0.50	0.42	72.50	27.50	
250	250.0	0.50	0.42	73.00	27.00	
500	500.0	0.50	0.42	73.50	26.50	
75	75.0	0.50	0.42	74.00	26.00	
150	150.0	0.50	0.42	74.50	25.50	
300	300.0	0.50	0.42	75.00	25.00	
600	600.0	0.50	0.42	75.50	24.50	
125	125.0	0.50	0.42	76.00	24.00	
250	250.0	0.50	0.42	76.50	23.50	
500	500.0	0.50	0.42	77.00	23.00	
75	75.0	0.50	0.42	77.50	22.50	
150	150.0	0.50	0.42	78.00	22.00	
300	300.0	0.50	0.42	78.50	21.50	
600	600.0	0.50	0.42	79.00	21.00	
125	125.0	0.50	0.42	79.50	20.50	
250	250.0	0.50	0.42	80.00	20.00	
500	500.0	0.50	0.42	80.50	19.50	
75	75.0	0.50	0.42	81.00	19.00	
150	150.0	0.50	0.42	81.50	18.50	
300	300.0	0.50	0.42	82.00	18.00	
600	600.0	0.50	0.42	82.50	17.50	
125	125.0	0.50	0.42	83.00	17.00	
250	250.0	0.50	0.42	83.50	16.50	
500	500.0	0.50	0.42	84.00	16.00	
75	75.0	0.50	0.42	84.50	15.50	
150	150.0	0.50	0.42	85.00	15.00	
300	300.0	0.50	0.42	85.50	14.50	
600	600.0	0.50	0.42	86.00	14.00	
125	125.0	0.50	0.42	86.50	13.50	
250	250.0	0.50	0.42	87.00	13.00	
500	500.0	0.50	0.42	87.50	12.50	
75	75.0	0.50	0.42	88.00	12.00	
150	150.0	0.50	0.42	88.50	11.50	
300	300.0	0.50	0.42	89.00	11.00	
600	600.0	0.50	0.42	89.50	10.50	
125	125.0	0.50	0.42	90.00	10.00	
250	250.0	0.50	0.42	90.50	9.50	
500	500.0	0.50	0.42	91.00	9.00	
75	75.0	0.50	0.42	91.50	8.50	
150	150.0	0.50	0.42	92.00	8.00	
300	300.0	0.50	0.42	92.50	7.50	
600	600.0	0.50	0.42	93.00	7.00	
125	125.0	0.50	0.42	93.50	6.50	
250	250.0	0.50	0.42	94.00	6.00	
500	500.0	0.50	0.42	94.50	5.50	
75	75.0	0.50	0.42	95.00	5.00	
150	150.0	0.50	0.42	95.50	4.50	
300	300.0	0.50	0.42	96.00	4.00	
600	600.0	0.50	0.42	96.50	3.50	
125	125.0	0.50	0.42	97.00	3.00	
250	250.0	0.50	0.42	97.50	2.50	
500	500.0	0.50	0.42	98.00	2.00	
75	75.0	0.50	0.42	98.50	1.50	
150	150.0	0.50	0.42	99.00	1.00	
300	300.0	0.50	0.42	99.50	0.50	
600	600.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
125	125.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
250	250.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
500	500.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
75	75.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
150	150.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
300	300.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
600	600.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
125	125.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
250	250.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
500	500.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
75	75.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
150	150.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
300	300.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
600	600.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
125	125.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
250	250.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
500	500.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
75	75.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
150	150.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
300	300.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
600	600.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
125	125.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
250	250.0	0.50	0.42	100.00	0.00	
500	500.0	0.50	0.42			

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

SOLICITANTE: SACH WAGUEZ DAC RONKON TELÉFONO: _____ LUGAR: CERRO AZUL
 PROYECTO: MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA SAC MESONES LA ROSA S/TA DISTRITO: MESONES BUENO
 MATERIA: AGREGADO GRUESO PROVINCIA: TARRAGUA
 PROCEDENCIA: CANTERA CORRO ALA REGION: LAMBAYEQUE
 FECHA: OCTUBRE DE 2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (BTC E 204 - ASTM D 422 - N° 338 126)						
MUESTRA		AGREGADO GRUESO CANTERA CERRO AZUL				EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO SE HA REALIZADO SOBRE UNA MUESTRA NATURAL DE 500 GRAMOS DE AGREGADO Puro
PESO MUESTRA (g)		500.00				
PESO MUESTRA SECA (g)		500.00				
PESO PAGO LAVADO (g)		-				
TAMIZADO (mm)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PUNTO RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASA (%)	
2"	50.8	-	-	-	100.00	
2"	50.8	-	-	-	100.00	
1/2"	38.1	26.00	5.20	5.20	94.80	FRACCIONES DEL SUELO (%)
75"	20.0	1,832.26	36.65	44.50	55.50	GRAVA SIN FRACCIÓN GRUESA 54.02
48"	10.0	1,444.04	28.88	33.42	66.58	FRACCIÓN FINA 25.14
10"	2.5	799.68	15.99	20.02	79.98	ARENA SIN FRACCIÓN GRUESA 30.86
4.75"	1.18	316.88	6.34	8.00	91.66	ARENA FINA 69.14
2.0"	0.75	188.48	3.77	6.99	93.01	FRACCIÓN FINA SIN FRACCIÓN GRUESA 65.16
0.75"	0.19	2.00	0.40	0.40	99.60	FRACCIÓN FINA SIN FRACCIÓN GRUESA SIN FRACCIÓN GRUESA 34.84
Paso + Fracción por lavado		2.00	0.40	0.40	-	
		500.00	100.00			



RESUMEN	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
FRACCIÓN GRUESA (%)	44.50
SIN FRACCIÓN GRUESA (%)	55.50
FRACCIÓN FINA (%)	25.14
CLASIFICACIÓN	
GRUPO POR NÚMERO DE FRACCIÓN	
GP	

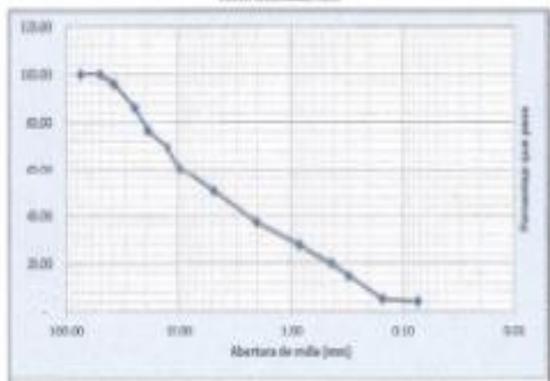
Jorge Luis Morúa Sandoval
 INGENIERO CIVIL
 R.C. 18, N° 37761

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AFIRMADO

SOLICITANTE: **BADIL VARGAS DIAZ ROYNSON TELPEL** LUGAR: **CERRO AZA**
 PROYECTO: **METODO DE EXTRACCION POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCION DE**
AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACION HEREDIA SAC MESONES MUÑO 318 DISTRITO: **MESONES MUÑO**
 MATERIAL: **AFIRMADO** PROVINCIA: **LORETO**
 PROCEDENCIA: **CERRO AZA** REGION: **LAMBAYEQUE**
 FECHA: **OCTUBRE 2016**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTR 0-42) N° 128 138					
MUESTRA		N° 1			
PESO MUESTRA (g)		1000.00			
PESO MUESTRA SECA (g)		478.00			
PESO PICO LIQUIDO (g)		200.00			
TAMIZES ASTM (µm)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% PUNTO RETENIDO	% RETENIDO AJUSTADO (%)	% QUE PASA (%)
20	75.0	-	-	-	100.00
25	95.0	-	-	-	100.00
30	105.0	195.00	40.80	39.00	61.00
35	125.0	404.00	84.52	78.00	22.00
40	150.0	473.00	98.96	92.00	8.00
45	175.0	505.00	105.64	96.00	4.00
50	200.0	448.00	93.76	86.00	14.00
60	250.0	398.00	83.26	76.00	24.00
75	300.0	400.00	83.68	76.00	24.00
90	375.0	386.00	80.75	73.00	27.00
105	425.0	366.00	76.56	69.00	31.00
120	475.0	343.00	71.76	63.00	37.00
150	600.0	320.00	66.93	58.00	42.00
175	750.0	300.00	62.76	54.00	46.00
200	750.0	280.00	58.56	50.00	50.00
250	250.00	210.00	43.92	39.00	61.00
300	300.00	190.00	39.76	35.00	65.00
375	375.00	150.00	31.36	27.00	73.00
475	475.00	100.00	20.91	18.00	82.00
600	600.00	50.00	10.46	9.00	91.00
750	750.00	20.00	4.19	3.60	96.40
950	950.00	10.00	2.09	1.80	98.20
1180	1180.00	5.00	1.05	0.90	99.10
1490	1490.00	2.00	0.42	0.36	99.64
1975	1975.00	1.00	0.21	0.18	99.82
2500	2500.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Punto - Puntada por tamiz		210.00	43.92	39.00	-
		1000.00	100.00	100.00	-

CURVA GRANULOMÉTRICA



RESUMEN	
A) GRANULOMETRÍA	
FRACCIÓN GRUESA (%)	39.00
FRACCIÓN FINA (%)	61.00
FRACCIÓN FINA (N)	4.20
CLASIFICACIÓN BASE	
GRANULOSA CON ARENA	
GC	
CLASIFICACIÓN AJUSTADA	
MUY FINE Y MEDIANA (MOLLA, PULVERA Y FINE) CON LÍQUIDO	
A2-0 (N)	

Jorge Luis Martínez Saitta
 INGENIERO CIVIL
 R.C.C.P. N° 27716



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMIA

Oficina de Administración



ANALISIS QUIMICO DE AFIRMADO

SOLICITANTE: GEO GESTION SAC

ATENCION : BACH. VASQUEZ DIAZ ROVINSON TEOFILO

TESIS : METODO DE EXTRACCION POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCION DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACION HERRERA SAC MESONES MURO 2018

PROCEDENCIA : CANTERA CERRO AZUL, DISTRITO MESONES MURO, PROVINCIA FERREÑAFE, REGION LAMBAYEQUE

ASUNTO : ANÁLISIS QUÍMICO DE UNA (01) MUESTRA DE AFIRMADO, TRAÍDA POR EL INTERESADO AL LABORATORIO DE SUELOS.

Muestra N°	Ph	ppm		
		Sales totales	Cloruros	Sulfatos
AFIRMADO	7.22	1856.0	630.0	420.0

Lambayéque, 30 de octubre del 2018



[Handwritten signature]

Jefatura de Laboratorio de Suelos

**ANEXO 11:
FOTOGRAFÍAS**

**MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN
HERRERA S.A.C.**



Figura 1: Frente de explotación de la cantera Corporación Herrera S.A.C.



Figura 2: Ciclo de minado de la cantera Corporación Herrera S.A.C.



Figura 3: Sobre excavación del material estéril realizada en la cantera Corporación Herrera S.A.C.



Figura 3: Carga y transporte realizado en la cantera Corporación Herrera S.A.C.

**ANEXO 12:
PLANILLA DE CÁLCULOS**



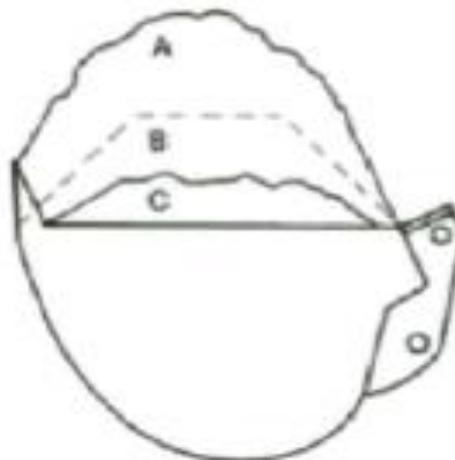
**MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN
HERRERA S.A.C.**

**FACTOR DE LLENADO PARA CUCHARÓN DE
RETROEXCAVADORA**

En una excavadora, la carga útil del cucharón (cantidad de material por ciclo) depende del tamaño y forma del cucharón, de la fuerza de plegado y de características del suelo reflejadas en el factor de llenado; se indican a continuación estos factores para algunos materiales.

Promedio de carga útil del cucharón = (Capacidad colmada del cucharón) X (Factor de llenado del cucharón)

Material	Factor de llenado (Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón)
Marga mojada o arcilla arenosa	A — 100-110%
Arena y grava	B — 95-110%
Arcilla dura y compacta	C — 80-90%
Roca bien fragmentada por voladura	60-75%
Roca mal fragmentada por	40-50%

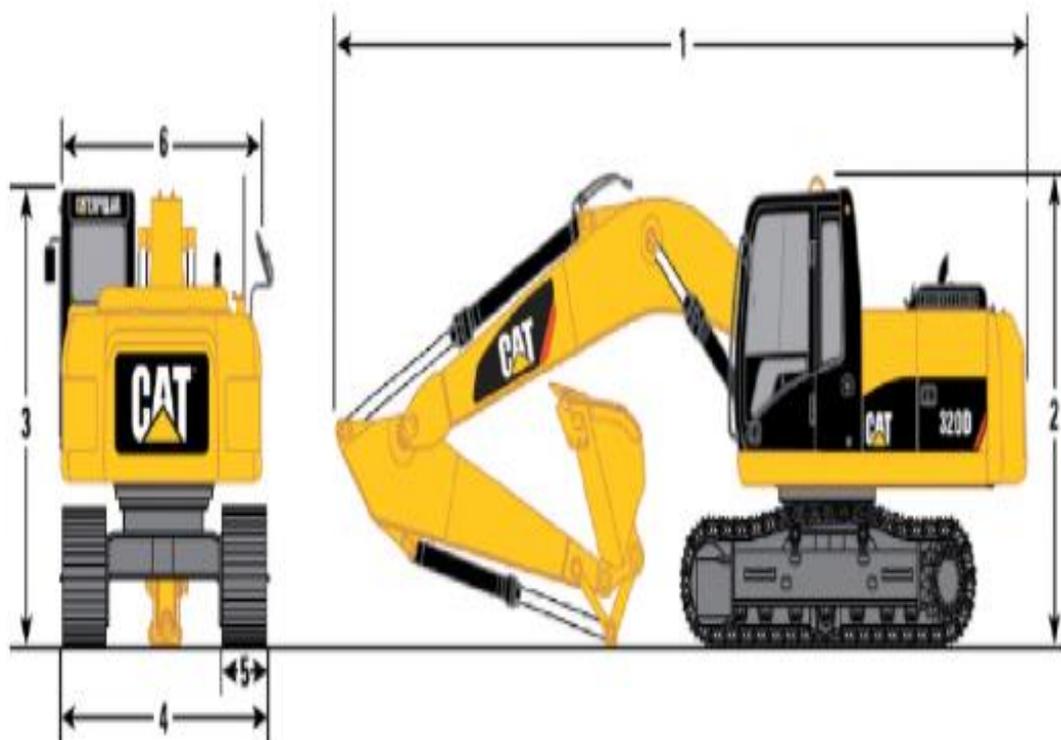


FACTOR DE LLENADO DEL CUCHARÓN PARA CARGADOR FRONTAL

La tabla indica la cantidad aproximada del material como porcentaje de la capacidad nominal de cucharón, o sea lo que realmente moverá el cucharón por ciclo.

Material suelto	Factor de llenado
Agregados húmedos mezclados	95-100%
Agregados uniformes hasta 3mm (1/8")	95-100%
De 3 a 9mm (1/8 a 3/8")	90-95%
De 12 a 19mm (1/2 a 3/4")	85-90%
De 25mm (1") y más grandes	58-90%
Roca de voladura	Factor de llenado
Bien fragmentada	80-95%
De fragmentación mediana	75-90%
Mal fragmentada	60-75%
Varios	Factor de llenado
Mezcla de tierra y roca	100-120%
Limo húmedo	100-110%
Suelo, piedras, raíces	80-100%
Materiales cementados	85-95%

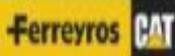
NOTA: Los factores de llenado para cargadores de ruedas dependen de la penetración del cucharón, la fuerza de desprendimiento, el ángulo de inclinación hacia atrás, el perfil del cucharón y el tipo de herramientas de corte como dientes de cucharón o cuchillas reemplazables empernables.



Opciones de pluma	320 Pluma de alcance (HD)	320 L Pluma de alcance (HD)
Brazo	R25 (HD)	R29 (HD)
Cucharón	1,0 m ³	1,0 m ³
Zapata	600 mm	700 mm
Tren de rodaje	STD	LC
Peso aproximado	20.970 kg	21.920 kg
1 Longitud total	9.460 mm	9.460 mm
2 Altura total	3.050 mm	3.050 mm
3 Altura de la cabina	2.950 mm	2.950 mm
4 Ancho total	2.800 mm	2.900 mm
5 Ancho de zapata de cadena	600 mm	700 mm
6 Ancho de la estructura superior	2.740 mm	2.740 mm

Especificaciones técnicas de la excavadora 320 D

Especificaciones Técnicas del cargado

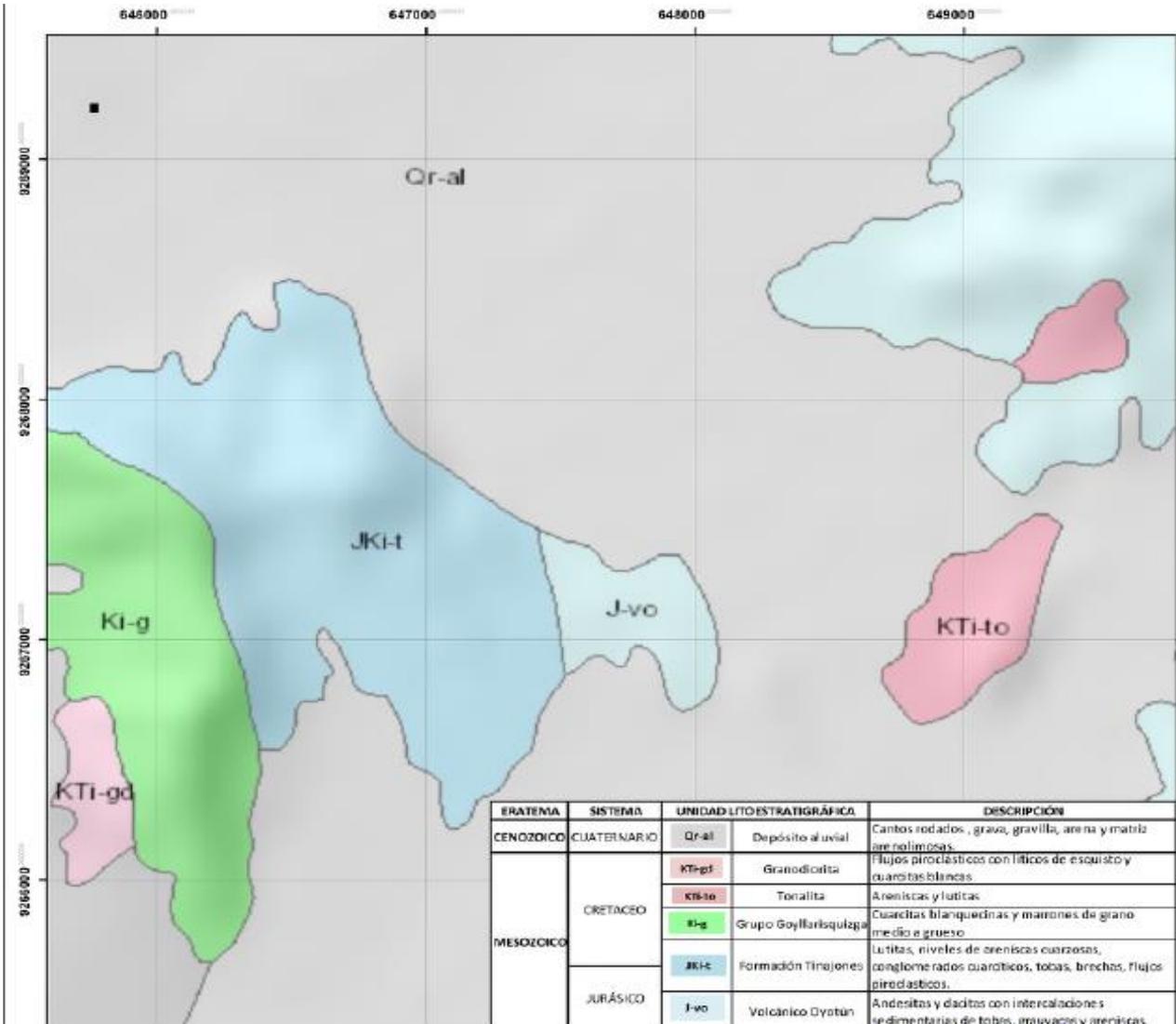


todas las dimensiones son aproximadas y se basan en los neumáticos con capas de tejido L3 Triangle 23.5-25.



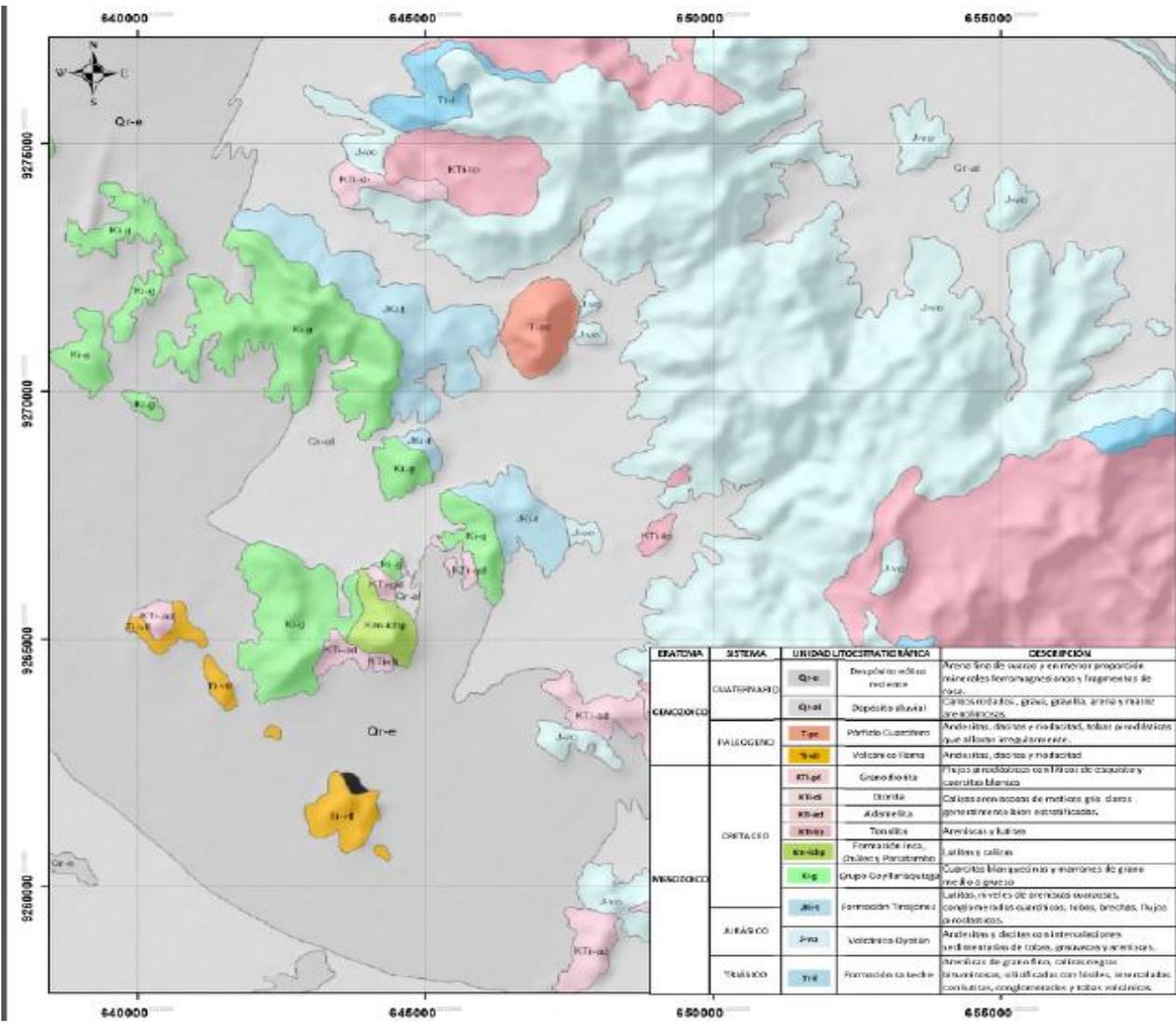
1	Altura hasta la parte superior de la ROPS	3.458 mm
2	Altura hasta la parte superior del tubo de escape	3.596 mm
3	Altura hasta la parte superior del capó	2.568 mm
4	Espacio libre sobre el suelo	460 mm
5	Altura del pasador en B	4.188 mm
6	Desde la línea de centro del eje trasero hasta el extremo del contrapeso	2.001 mm
7	Distancia entre ejes	3.300 mm
8	Altura del pasador en B en transporte	655 mm
9	Desde la línea central del eje trasero hasta el enganche	1.650 mm
10	Inclinación hacia atrás en levantamiento máximo	60 grados
11	Ángulo de descarga en levantamiento máximo	52 grados
12	Inclinación hacia atrás en transporte	45 grados
13	Inclinación hacia atrás en tierra	40 grados
14	Altura hasta la línea central del eje	750 mm
15	Espacio libre del brazo de levantamiento	3.649 mm

PLANOS



MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGRADOS EN LA CANTERA COMERCIONAL HERRERA S.A.C. MESONES MUÑO 2018*			
TÍTULO: GEOLOGÍA REGIONAL			
FECHA: 17/5	DEPARTAMENTO: LAMBAYEQUE	ESCALA: 1:25,000	TAMAÑO: A5
PROYECTO: 175	PROVINCIA: HERRERA	DISTRITO: MANUEL ANTONIO MESONES MUÑO	LÁMINA: 1
ELABORACIÓN: YÁQUEZ DÍAZ	FECHA: Noviembre 2018		

You created this PDF from an application that is not licensed to print to novaPDF printer (<http://www.novapdf.com>)



PROYECTO "MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSPARENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGRICADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C.-MISIONES MUÑO 2018"			
GEOLÓGICA REGIONAL			
TÍTULO	DEPARTAMENTO	ESCALA	
UETA 1928 ES	LAMBAYEQUE	1:20,000	
ZONA	PROVINCIA	TAMAÑO	
17 S	FERREÑAFE	A3	
ELABORACIÓN	DISTRITO	LAMINA	
RODRIGÓN TRUJILLO VÍZQUEZ S.A.S.	MANUEL ANTONIO MEDRÉS MUÑO	1	
FECHA		Noviembre 2018	

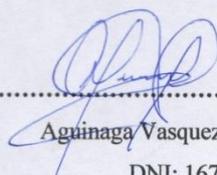
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

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

Yo, Aguinaga Vasquez Silvia Josefina, 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 "MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C. MESONES MURO 2018", del estudiante: Vásquez Díaz Rovinson Teófilo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% 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, 23 de septiembre del 2019.



.....
Aguinaga Vasquez Silvia Josefina

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, Vásquez Díaz Rovinson Teófilo, identificado con DNI N° 44072002, 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 “MÉTODO DE EXTRACCIÓN POR TRANSFERENCIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE AGREGADOS EN LA CANTERA CORPORACIÓN HERRERA S.A.C. MESONES MURO 2018”; 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: 44072002

FECHA: 25 de septiembre 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

E.P. Ingeniería de Minas

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Vásquez Díaz, Robinson Teófilo

INFORME TITULADO:

"Método de Extracción por Transferencia para mejorar la Producción de Agregados en la Lantera Corporación Herrera S.A.C. Mesas Muro 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero de Minas.

SUSTENTADO EN FECHA: 19 de agosto del 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobada por unanimidad.



[Firma]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN