



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Trabajo de Investigación

Propuesta de un plan de minado para la Cantera de Agregados San Isidro - Unidad Minera Cobriza

para optar el Grado Académico de Bachiller en
Ingeniería de Minas

Cesar José Buendía Meza
Darlyn Junior Valdivia Gutierrez

Arequipa, 2018



Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a la Universidad Continental de Arequipa ya que nos brindó la oportunidad de seguir una carrera profesional.

El agradecimiento a todos los Ingenieros docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería de Minas por haber compartido todos sus conocimientos y experiencia profesional y quien gracias a su valiosa enseñanza en las aulas universitarias será muy valiosa en nuestras vidas como profesionales.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a Dios Padre, porque me dio y me sigue dando fuerzas para seguir en este proceso de lograr uno de mis anhelos más ansiados.

A mis queridos Padres Máximo y Marcelina, mi Esposa e Hijos por haber sido mi soporte a través de toda mi carrera universitaria y el apoyo que tuve por parte de ellos.

A todos mis seres queridos que estuvieron a mi lado durante esta etapa de mi vida contribuyendo a mi formación profesional.

CBM

El presente trabajo se lo dedico a mi familia, mi esposa por estar presente cuando más necesite de ella, por ser parte de mi vida, por ser el pilar de mi hogar y darme la fortaleza para lograr mis metas.

DJVG

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema	2
1.2. Objetivos de la investigación	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.4. Hipótesis y descripción de variables	4
1.4.1. Hipótesis.....	4
1.4.2. Definición de variables.....	4
1.4.3. Operacionalización de variables	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes del problema	6
2.1.1.	Local.....	6
2.1.2.	Nacional	7
2.1.3.	Internacional.....	8
2.2.	Bases teóricas	8
2.2.1.	Introducción.....	8
2.2.2.	Descripción del proyecto	9
2.2.3.	Ubicación y Accesibilidad	10
2.2.4.	Geología.....	12
2.2.5.	Características Geológicas del Yacimiento.....	15
2.2.6.	Reservas	16
2.2.7.	Tiempo de vida del yacimiento	17
2.2.8.	Producción	17
2.2.9.	Peligro Sísmico.....	18
2.2.10.	Seguridad y Salud Ocupacional.....	20

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1.	Método de Investigación.....	22
3.2.	Alcance De La Investigación.....	22
3.3.	Tipo y Nivel De Investigación.....	23
3.3.1.	Tipo de investigación.....	23
3.3.2.	Nivel de investigación	23
3.4.	Técnicas e Instrumentos.....	23
3.4.1.	Técnica.....	23
3.4.2.	Instrumentos.....	24

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE LA PROPUESTA DE LA INVESTIGACION

4.1.	Explotación de la cantera san isidro	25
4.2.	Planeamiento de minado	26
4.2.1.	Método de Explotación	26
4.2.2.	Desbroce y preparación.....	28
4.2.3.	Proceso Productivo.....	28
4.2.4.	Acopio de Agregado	29
4.2.5.	Carguío.....	29
4.3.	Actividad de beneficio	29
4.4.	Botaderos	30
4.5.	Equipos y maquinarias	31
4.6.	Estabilidad física y diseño de taludes	31
4.6.1.	Método de Cálculo.....	31
4.6.2.	Factores de Seguridad Mínimos	32
4.6.3.	Condiciones de Análisis.....	33
4.6.4.	Diseño de Talud	34
4.7.	Etapas del trabajo propuesto	34
4.8.	Organización y personal	35

CAPITULO V

PROPUESTA DEL PLAN DE MINADO

5.1.	Propósito	36
5.2.	Alcance.....	36
5.3.	Propuesta de un Plan de Minado.....	37
5.3.1.	Diagnóstico de la Cantera de agregados San isidro	37
5.3.2.	Controles de Explotación de la Cantera.....	39
CONCLUSIONES		41
RECOMENDACIONES.....		42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		43
ANEXOS		44

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Operacionalización de variables.....	5
Tabla N° 2 Coordenadas UTM de la Cantera de agregados San Isidro.....	11
Tabla N° 3 Distancia a la Unidad Minera.....	11
Tabla N° 4 Reservas de Agregado.....	17
Tabla N° 5 Parámetros Geométricos de Minado	25
Tabla N° 6 Parámetros de Carguío	29
Tabla N° 7 Chancado y Clasificación	30
Tabla N° 8 Equipo y Maquinaria en Cantera de Agregados.....	31
Tabla N° 9 Distribución de Personal.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Vista Panorámica de la Cantera San Isidro.....	37
Figura N° 2 Vista Panorámica de los accesos, bancos y taludes de explotación la Cantera San Isidro	38
Figura N° 3 Vista Panorámica de los Bancos de Explotación	38

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “PROPUESTA DE UN PLAN DE MINADO PARA LA CANTERA DE AGREGADOS SAN ISIDRO – UNIDAD MINERA COBRIZA”, tiene por objetivo general, la extracción de agregados aplicando las normas de seguridad (ancho de banco, ángulos de talud, altura de banco, bermas de seguridad), identificando los riesgos potenciales de deslizamiento de agregado, que pudieran afectar a nuestro personal, equipos e instalaciones; de tal forma que la explotación sea segura y que las reservas de agregado sean sostenibles.

Para la ejecución de la presente investigación se tuvo que efectuar coordinaciones con la Jefatura de Ingeniería de la Unidad Minera Cobriza, ya que en la Supervisión realizada a la Cantera de Agregados San Isidro se constató *ínsitu*, que la explotación se estaba ejecutando de manera empírica y sin los estándares de ingeniería principalmente en lo que atañe a la Seguridad Minera, motivo por el cual se propone realizar un Plan de Minado para la Cantera de Agregados San Isidro, las cuales nos ayudaran a ubicar las reservas de agregados, mejorar los bancos de explotación, los accesos, muros de seguridad, bermas de seguridad y estabilidad física de taludes lo que redundara en el tiempo vida y sostenibilidad de la Cantera.

Palabras Claves: Cantera de agregados, explotación selectiva, seguridad productiva y sostenibilidad.

ABSTRACT

The present research work entitled: "PROPOSAL OF MINING PLAN OF THE AGREGADOS QUARRY SAN ISIDRO - UNIDAD MINERA COBRIZA" has for general objective the extraction of aggregates of according to the security norms (bank height, bank width, angles of slope, berms of security), identifying the potential risks of agregado slippage, that could affect our personnel, equipment and facilities; so that the exploitation is safe and that the reserves of material are sustainable.

In order to carry out the present investigation, coordination had to be carried out with the Engineering Headquarters of the Cobriza Mining Unit, since in the Supervision carried out at the San Isidro Aggregate Quarry it was found that the exploitation was being carried out empirically and without the engineering standards mainly in regard to Mining Safety, which is why it was proposed to carry out the Mining Plan of the San Isidro Aggregates Quarry, which will help us to cover the aggregate reserves, improve the exploitation banks , the accesses, safety walls, berms of security and physical stability of slopes what will redound in the life and sustainability of the Quarry.

Key words: Aggregate quarry, selective exploitation, productive safety and sustainability.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la investigación se divide en cinco capítulos desarrollados de la siguiente manera:

El desarrollo del capítulo I se denomina Planteamiento del estudio donde se formula el problema principal que indica que los agregados es la materia prima de gran importancia para diferentes usos en las diferentes labores de trabajo de la minera y disponiendo de la información correcta, se pretende contestar la siguiente pregunta: ¿Se podrá proponer un Plan de Minado para la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza? De lo cual se tienen los siguientes problemas específicos. En el proceso tiene como objetivo Proponer un Plan de Minado para la Cantera San Isidro para que la extracción de agregados sea de acuerdo a las normas de seguridad (altura de banco, ancho de banco, ángulos de talud, bermas de seguridad), identificando los riesgos potenciales de deslizamiento de agregado, que pudieran afectar a nuestro personal, equipos e instalaciones; de modo que la explotación sea segura y que las reservas de agregados sean sostenibles. Además, se desarrolla las hipótesis de la investigación, donde se enfoca la propuesta de un Plan de Minado mejorara la explotación y la seguridad en la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza. Por otro lado, también se desarrolló la Definición de las Variables y la Operacionalización.

El capítulo II marco teórico, se realiza una revisión completa para recopilar las definiciones de distintos autores sobre la optimización de tiempo, estudio de tiempo, a reducción, estudio de movimientos, el abastecimiento de combustible, etc.

En el capítulo III se desarrolló la metodología de la investigación, donde se define el método de investigación, el alcance, el tipo y nivel de investigación, y las técnicas e instrumentos de la investigación.

En el capítulo IV, tenemos la metodología de la propuesta de la investigación.

En el capítulo V designado Propuesta del Plan de Minado donde el objetivo de la propuesta es establecer un plan de minado, para que la extracción de agregados sea segura y que las reservas de agregado sean sostenibles, con la finalidad de mejorar la calidad del agregado y reducir los gastos de explotación; finalmente se plantean conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del Problema

La Unidad Minera Cobriza de la Compañía Minera DOE RUN PERU, se dedica a la explotación de minerales de cobre, es un yacimiento tipo skarn con mineralización económica de cobre en forma de calcopirita y litológicamente está conformado por pizarras, lutitas pizarrosas, calizas, areniscas calcáreas y conglomerados metamorfoseados de edad Paleozoica. Durante la Orogenia Andina fue afectado por la formación de varios sistemas de fracturas y fallas longitudinales lo que implica que en el interior de la mina se observe inestabilidad de algunas labores y demás factores.

La unidad Minera cuenta con una cantera de agregados para diferentes usos de la mina siendo la materia prima más importante para la elaboración de este producto los agregados no metálicos que cumplen con las especificaciones técnicas requeridas, por lo cual se propone un Plan de Minado para la Cantera San Isidro como alternativa de solución a las pretensiones de la mina.

1.1.2. Formulación del problema

De acuerdo a lo explicado en los párrafos anteriores y teniendo en cuenta que los agregados es la materia prima de gran importancia para los diferentes usos en las actividades de labores de trabajo de la minera y disponiendo de la información correcta, se pretende contestar la siguiente pregunta: ¿Se podrá proponer un Plan de Minado para la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza? De lo cual se tienen los siguientes problemas específicos.

1. ¿Será necesario proponer un Plan de Minado para su explotación de agregados de la cantera San Isidro - Mina Cobriza?
2. ¿Será factible proponer un plan de minado con la finalidad de diseñar y ejecutar las operaciones mineras que garanticen la estabilidad física y la sostenibilidad de la cantera San Isidro - Mina Cobriza?
3. ¿Cuáles son los factores para proponer un Plan de Minado para la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza?

1.2. Objetivos de la investigación

En esta investigación, se trazaron los siguientes objetivos:

1.2.1. Objetivo general

Proponer el Plan de Minado para la Cantera San Isidro para que la extracción de agregados sea de acuerdo a las normas de seguridad (altura de banco, ancho de banco, ángulos de talud, bermas de seguridad), identificando los riesgos potenciales de deslizamiento de agregado, que pudieran afectar a nuestro personal, equipos e instalaciones; de manera que la explotación sea segura y que las reservas de agregado sean sostenibles.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Proponer un Plan de Minado para la explotación de la cantera de agregados con la finalidad de dotar agregados de manera planificada y

constante para las diferentes necesidades de la Mina Subterránea Cobriza.

- b) Evaluar los factores para realizar un plan de minado propuesto con la finalidad de diseñar y ejecutar las operaciones mineras, que garanticen la explotación de la cantera San Isidro - Mina Cobriza.
- c) Determinar un método apropiado en el plan de minado propuesto para evitar gastos excesivos en la explotación de la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza.

1.3. Justificación e importancia

Surge la necesidad de proponer un Plan de Minado con controles seguros al problema encontrado para que pueda ser explotado la mayor cantidad de agregados, dando seguridad a la operación minera en su entorno físico.

La importancia de esta investigación se enfoca en tres factores los cuales se detallan a continuación:

- a) Económico; ya que la propuesta del Plan de Minado en la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza, proporcionara los agregados que cumplirá con las especificaciones técnicas para los usos de las diferentes labores mineras de la Mina Subterránea Cobriza, esto redundara en el proceso productivo de la Empresa con menos horas paradas y mayor producción.
- b) Legislativo, dar cumplimiento al D.S N° 024-2016 CAPÍTULO I. Las actividades mineras desarrolladas en los emplazamientos en superficie o subterráneos de minerales metálicos y no metálicos, el incumplimiento de esta norma legal serán fiscalizados por OSINERGMIN.
- c) Académico, esta investigación será útil para futuros trabajos relacionados con el Plan de Minado propuesto, además que podrá ser usado como modelo a seguir en otras áreas en la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. Hipótesis general

La propuesta de un Plan de Minado mejorara la explotación y la seguridad en la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza.

1.4.1.2. Hipótesis específicas

- a) La explotación de la cantera de agregados mejorara el desarrollo de las operaciones de Mina propuesto en el Plan de Minado.
- b) Identificando los factores en el plan de minado propuesto garantizaran la explotación de la cantera San Isidro - Mina Cobriza.
- c) Proponer un método apropiado en el Plan de Minado para optimizar los tiempos en la explotación de la cantera de agregados de San Isidro - Mina Cobriza.

1.4.2. Definición de variables

1.4.2.1. Propuesta del Plan de Minado

Para definir la propuesta del plan de minando es necesario conocer que el planeamiento de Minado que es una actividad orientada hacia al futuro y cuyo propósito fundamental es proyectar la vida de una mina a lo largo del tiempo y adaptando su existencia a la de los sistemas que se necesita para optimizar la extracción de agregados; asimismo se debe representar el planeamiento de minado, percibir el plan de operación de minado mensual, trimestral y anual, el planeamiento de minado requiere maximizar las oportunidades expectantes de la cantera mediante la previsión de medios presupuestos económicos.

Para una adecuada evaluación se debe tener los datos obligatorios para el progreso y estudio como las del proceso productivo, seguridad minera, suministros de energía, aspectos geológicos y medio ambiente.

1.4.3. Operacionalización de variables

Tabla N° 1 Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	SUB INDICADORES	TECNICAS
PROPUESTA DE UN PLAN DE MINADO PARA LA CANTERA SAN ISIDRO	La propuesta del plan de minado es establecer la extracción de agregados, con que volumen, ubicación y en qué momento se debe extraer, para obtener una producción continua.	EXTRACCION DE AGREGADOS	Búsqueda de la mejor manera de extraer los agregados de la cantera minimizando costos y maximizando utilidades.	Productos Clasificados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Piedras grandes mayores de 12" (roca) ▪ Piedra de zanja de 5" a 12" clasificada. ▪ Arena gruesa. ▪ Piedra zarandeada de 1/2". 	<p>Hoja de registro</p> <p>Procesamiento de datos</p>
				Productos Chancados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Piedra chancada de 1/2" ▪ Piedra chancada de 1/4" 	<p>Hoja de registro</p> <p>Procesamiento de datos</p>

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Local

En el Informe presentado por el Magister Juan Carlos Chirinos Bueno Jefe de Planeamiento de la Empresa DOE RUN PERU, realizo el estudio de la explotación de cantera San Isidro la cual está situada en la margen izquierda del rio Mantaro, en una ladera de 34° a 37° de pendiente, que baja en dirección Este. Tiene la forma alargada en la dirección Este-Oeste y está limitada por afloramientos rocosos tanto en el Norte como el Sur. El límite mínimo es la explanada actual de extracción; desde la explanada hacia el rio Mantaro.

En el Informe presentado previa Inspección constato:

- Se viene realizando la extracción de agregado, sin seguir un Plan de Extracción planificado.

- Las zonas de extracción de agregado, tienen como cota de inicio 2200 metros y como cota final 2415 metros teniendo 215 metros de desnivel de extracción.
- La extracción de agregado de la cantera, está circunscrita a las zonas adyacentes al echadero natural que se tiene, esto por facilidad de recorrido del equipo, dejando de explotar zonas con buen agregado.
- Existen, llamemos bancos de extracción con taludes superiores a los 20 metros y ángulos de 90° (verticales), que en este tipo de agregado son zonas de alta criticidad.

2.1.2. Nacional

Jorge Luis Cornejo Beltrán (2015) en su Tesis Presentada “Optimización en la Producción de Agregados de Construcción – Unidad Minera no Metálica Jesús de Nazaret” Tesis presentado en la Universidad Nacional de San Agustín para optar el Título de Ingeniero de Minas.

Realizando una exploración por la región de Arequipa, en la búsqueda de yacimientos de agregados para la construcción, trabajo auspiciado por la empresa CEMICON S.A.C.se determinó que:

La concesión minera Jesús de Nazaret de Tiabaya 1 ubicada el distrito de Uchumayo del departamento de Arequipa, cuenta con un gran depósito de agregados no consolidados, como conglomerados de roca de canto rodado, saprolitos y terrazas aluviales. Que en el mercado de la construcción en la región poseen una gran acogida por su calidad. Ya que cumplen con todos los requisitos de las normas técnicas como son propiedades física y química de acorde con la norma ASTM, aplicadas para la construcción en nuestro país.

Una vez realizada la estimación de los costos y la evaluación económica se obtuvo como conclusión resultados positivos, con los cuales se aprobó el Proyecto.

El presente trabajo de investigación describe el proyecto de explotación de la cantera de agregados en cada una de sus etapas, así como los costos aplicados y las evaluaciones necesarias.

2.1.3. Internacional

Paola Fernanda Valle Flores (2011) Tesis presentada “Agregados utilizados en Obras Civiles Extraídos de la Cantera San Luis” Tesis presentada en la Escuela Superior Politécnica del Litoral para obtener el Título de Ingeniera Civil.

Para la explotación de esta cantera se realizaron ensayos de laboratorio a los agregados para determinar las propiedades físicas y de resistencia, que permitieron analizar la calidad que estos poseen y que la cantera ofrece para diferentes usos. Finalmente se explican los diferentes usos de los agregados de la Cantera San Isidro.

Previa a la explotación de la cantera se realizaron sondeos y análisis que permitieron conocer el macizo rocoso hallando de esta forma un adecuado y eficiente proceso de extracción del agregado pétreo.

En la exploración se determinó la ubicación, leyes y tonelaje del yacimiento, calculando sus reservas y estableciendo el método más adecuado para su explotación.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Introducción

El presente estudio de propuesta del Plan de Minado para la Cantera de Agregados de San Isidro, a desarrollarse en la Unidad Minera Cobriza, perteneciente a la Compañía Minera DOE RUN, se hicieron las coordinaciones correspondientes y los permisos requeridos para realizar el presente estudio.

La Cantera de Agregados de San Isidro, se encuentra ubicada al oeste de la Mina Cobriza, zona ladera del margen izquierdo del Río Mantaro, a una altitud entre 2100 msnm y 2360 msnm, con accesos desarrollados de pendientes de 15-30 %, las cuales son evaluadas y reconfirmadas en un plan de explotación que será propuesto en el presente estudio.

De acuerdo a las condiciones estructurales y la formación geológica levantadas, ensayos e informes pertinentes, permiten determinar el óptimo desarrollo de las actividades de explotación y extracción de agregado no metálico emplazado en la zona, pudiendo establecer la metodología y la secuencia del trabajo a desarrollar durante la etapa de minado.

En base a la interpretación geo estructural del componente del área de explotación admitirán determinar las propiedades físico-mecánicas in situ, con la finalidad de diseñar y ejecutar las operaciones mineras; que garantizarán la integridad y estabilidad física frente a potenciales fallas por traslación, erosión, licuefacción y/o desbordamiento bajo cargas extremas estáticas y pseudo-estáticas.

El estudio se sustentará en el Marco Legal y la Política de Conservación y Protección del Medio Ambiente establecido por la entidad del Ministerio de Energía y Minas.

2.2.2. Descripción del proyecto

La actividad a desarrollarse en el área de la cantera es la extracción del material NO METÁLICO. Este material necesitará de un proceso de explotación para diferentes usos de la mina. La Cantera de Agregados San Isidro está constituida por un suelo coluvial medianamente denso casi en toda la totalidad del área de la cantera.

El agregado predominante en la zona de estudio es la arena mal gradada con presencia de gravas, arcilla y limo, con un porcentaje promedio de fino

11.71%, arena 61.58% y grava 26.72%, variando de acuerdo a la zona de explotación de la Cantera de Agregado San Isidro.

Debido a que los agregados a explotar se encuentran expuestos en la superficie, el método de explotación que se usará corresponde a una explotación de Tajo Abierto. La particularidad de este método es que, de acuerdo a la topografía, la metodología de explotación se realizara con cortes en forma de tajadas de arriba hacia abajo, por medio de banqueo y derribo de material, hasta llegar a la plataforma de carguío.

De acuerdo a la naturaleza del agregado a explotar, no se requiere el uso de materiales explosivos.

El mineral no metálico natural es cortado y arrastrado por maquinaria pesada como tractores de oruga Caterpillar D6.

2.2.3. Ubicación y Accesibilidad

La Mina subterránea Cobriza de Doe Run Perú, está ubicada en el departamento de Huancavelica, provincia de Churcampa, distrito de San Pedro de Coris, ubicándose a 366 Km. al Sur de la ciudad de la Oroya, a una altitud promedio de 2300 msnm. (Véase en Anexo N° 1 – Plano de Ubicación del Proyecto).

A continuación, se presentan las coordenadas UTM (PSAD-56, Zona 18) de los vértices de la concesión de la Mina Cobriza:

Tabla N° 2 Coordenadas UTM de la Cantera de agregados San Isidro

Vértices	Este	Norte
1	8612000	566000
2	8612000	567000
3	8611000	567000
4	8611000	566000

Fuente: Resolución Presidencial N° 0988-2010-INGEMMET/PCD/PM

El acceso a la zona de interés desde la ciudad de Lima es a través de la Carretera Central hasta la ciudad de Huancayo siendo aproximadamente 6 horas de viaje. El estimado de la ciudad de Huancayo a las instalaciones de la Unidad Minera Cobriza es de 6 horas, haciendo un total de 12 horas de viaje. La accesibilidad a la cantera de agregados San Isidro, es a través de las vías internas de la Mina Cobriza, que son vías afirmadas. En la tabla N° 3 se muestran las distancias hasta la mina Cobriza.

Tabla N° 3 Distancia a la Unidad Minera

Tramo		Distancia (Km Horas)	Tipo de Vía
Lima	La Oroya	178 km (4 1/2 horas)	Asfaltada
La Oroya	Huancayo	132 km (2 horas)	Asfaltada
Huancayo	Pampas	80 km (2 horas)	Asfaltada y Afirmada
Pampas	Desvió a Mina	100 km (3 1/2 horas)	Afirmada
Desvió a Mina	Mina	10 km (1/2 horas)	Afirmada
TOTAL		500 km	

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.4. Geología

2.2.4.1. Morfología del lugar

La cantera está ubicada en la margen izquierda del río Mantaro, en una ladera de 34° a 37° de pendiente, que baja en dirección Este. Tiene forma alargada en la dirección Este-Oeste y está limitada por afloramientos rocosos tanto en el Norte como el Sur. El límite inferior es la amplia explanada actual de extracción; desde la explanada hacia el río Mantaro se observa una ladera que contiene agregado de desmonte. Los accesos a las partes altas y los frentes de extracción de suelos, han dejado taludes de corte casi verticales de variada altura (hasta 25m).

2.2.4.2. Geología Regional

En los alrededores aparecen secuencias estratificadas silicoclásticas de grano fino: limonitas y lutitas de color gris oscuro pertenecientes al denominado Grupo Tarma, de edad Carbonífero-Pensilvaniano (Paleozoico inferior). También hay secuencias de pizarras, areniscas calcáreas, calizas y conglomerados metamorfoseados. Cortando a las rocas sedimentarias se aprecian rocas intrusivas del tipo granito de grano grueso de edad Permiano-Triásico; a la cual se le denomina Batolito Cobriza. Cubriendo a las diferentes rocas hay una cubierta de suelos sueltos de edad cuaternario, de origen aluvional - coluvial principalmente, las cuales se ubican en las laderas de ambas márgenes del río Mantaro. (Véase en Anexo N°2 – Plano Geológico).

2.2.4.3. Geología Local

En la zona de la cantera se observan rocas y suelos; estos últimos conforman casi la totalidad del área estudiada.

a) Suelos

Arena de grano grueso: Son los más abundantes. Están compuestas por mineral de cuarzo y feldespatos principalmente, con cantidades menores de óxidos de hierro y limos. Han sido acumulados en la ladera a manera de capas sucesivas debido a antiguos flujos de lodo y rocas (“huaycos”) que se han superpuesto a lo largo de la historia geológica del lugar; se relacionan con inundaciones pasadas, provocadas por procesos periódicos de lluvias. Estas arenas contienen bloques de roca de tipo granítico (boluders o “boloneria”) y que adquieren tamaños muy grandes, a veces de algunos metros de diámetro.

Limos: Aparecen en cantidades menores junto con la vegetación (humus), sobre todo en la parte alta y como parte de la cubierta de suelo residual que se forma sobre la arena gruesa.

b) Rocas

Son del tipo ígneas, intrusivas.

Granito Pegmatítico: Es una roca de textura fanerítica, cuyos minerales constituyentes son de grano grueso (con diámetros de hasta 4 cm.). Contiene minerales fácilmente apreciables a la vista, de formas euhedrales y subhedrales: cuarzo, ortosa, plagioclasa, hornablenda, biotita. La roca aparece fresca o “sana”, es muy competente; no se aprecian decoloraciones debidas a alteraciones hidrotermales que hayan dado lugar a la formación de arcillas u óxidos de hierro. Constituyen el basamento rocoso; aparece en la parte baja hacia el Sur, así como al final de la explanada de extracción en el lado Norte. A medida que se asciende en la ladera ya no se observa presencia; también se observa en la ladera de desmonte que baja hacia el río Mantaro. Está afectada por familias diaclasas de varias direcciones: NE-SW/70°SE; N-S/85°W; NW-SE/75°SW. Estas diaclasas forman bloques grandes de roca; se aprecia que el valor del RQD (grado de fracturamiento) es mayor al 90%, lo que la clasifica como roca de calidad excelente. No se aprecian taludes de roca en peligro de caer.

2.2.4.4. Unidades Geomorfológicas

a) Ladera de suelos

Esta ladera presenta pendientes de 34° a 37°, que baja en dirección Este, en dirección al río Mantaro. Desde la explanada de extracción inferior, tiene más de 1000 m de largo hasta la cumbre.

b) Quebradas

Son los cauces naturales de las avenidas estacionales que se forman en épocas de lluvias.

c) Cárcavas

Son grandes depresiones alargadas, a manera de acanaladuras en los suelos, con paredes de alta pendiente y de forma cóncava hacia abajo. Hay dos de gran tamaño y tres menores; tienen más de 300 m de largo, llegan hasta 30 m de ancho y alcanzando más de 25 m de altura. Son paralelas a las quebradas y se forman por la erosión que generan las lluvias y ocasionalmente los sismos.

d) Promotorios rocosos

Constituyen el basamento donde se depositan los suelos. Son los afloramientos del intrusivo granítico que se van en la parte baja, tanto al Sur como al Norte y también en la ladera de desmonte, cerca al río Mantaro. Aparecen como grandes bloques de roca muy compactos o competentes.

e) Talud de corte

Son los frentes de extracción, así como los taludes de los accesos; llegan a los 10 m de altura.

f) Laderas de Desmonte

Es la ladera ubicada entre la explanada inferior de explotación y el río Mantaro y en donde se acumula agregado de desmonte y desperdicios.

g) Geodinámica

En el lugar hay evidencias de fenómenos de geodinámica externa e interna. Debido a las lluvias estacionales se han formado:

Flujos o coladas de arena gruesa y rocas. - Es recurrente y se manifiesta en el carácter estratificado de los suelos que se observan en ciertas partes de los taludes de corte. Las lluvias estacionales producen el fenómeno de arrastre de finos, lo que genera ulteriores debilitamientos e inestabilidades, produciéndose desprendimientos de masas de suelos.

Erosión tipo Cárcavas. - Son consecuencia del fenómeno anterior; las grandes dimensiones de dichas cárcavas evidencian la intensidad del fenómeno de lluvia estacional. Sismos de regular intensidad pueden afectar la estabilidad de los taludes de suelos dada la falta de adherencia de los mismos, provocando debilitamientos y caída de masas de volumen apreciable. Se observan grandes bloques de roca cuyo tamaño sugiere que movimientos sísmicos pudieran haber causado su transporte. Estos bloques de roca tienen formas redondeadas; esto puede deberse a que en este tipo de intrusivos de grano grueso es común la erosión tipo taffoni; quiere decir que la roca intrusiva estuvo expuesta a la meteorización, lo que la fue desgastando hasta adquirir formas redondeadas, luego estas rocas se desprendieron y mezclaron con la arena gruesa. La otra explicación a la presencia de estos grandes bloques de roca, es que han sido transportados por flujos aluvionales ("huaycos").

2.2.5. Características Geológicas del Yacimiento

La superficie de contacto entre el suelo y el basamento rocoso presenta una forma cóncava hacia abajo.

Dado que se ha pedido poner un límite a la cantera por la parte alta (lado noroeste), y en base a lo que se observa en el terreno, podemos afirmar: Desde la última trocha, hacia arriba y al noreste, los suelos continúan por

más de cuatrocientos metros horizontales; pero siendo conservadores en la apreciación, se puede afirmar que los suelos continúan algo más de 250 m, hasta la coordenada 566,000 Este.

Limita por el lado Este (parte baja) con el pie del talud de corte en la explanada de extracción; por el lado Norte con los afloramientos rocosos y la línea de la propiedad minera; por el lado Sur con la línea recta definida por el cliente.

Es alargada en la dirección E-W, de la ladera, tiene unos 600 m de largo por 270 m de ancho, posee aproximadamente un área de 16 hectáreas.

En los taludes de corte de la cantera, se observa que la altura de los suelos llega a unos 10 m. y en las cárcavas es alrededor de 30 m; está claro que la medida de los mismos es aún mayor.

2.2.6. Reservas

De los resultados de cálculo de volúmenes de arena bien gradada con limo, arcilla y grava que se requiere explotar para conformar la Cantera de agregado San Isidro, con la propuesta solución, se concluye que el volumen de agregado neto a remover será igual a 1 590 000 m³ y el volumen de agregado utilizable (70%) que corresponde a 1 133 000 m³. (Véase en Anexo N°3 - Plano Topográfico de la Cantera de Arena).

El depósito de interés en la concesión minera no metálica, está formado por agregado cuaternario del tipo aluvial - hormigón, arena gruesa, y posteriormente piedra de varios tamaños, entre otros productos para ser usados en diferentes usos que requiera la Superintendencia de Mina cuyas reservas llegan a 1 133 000 m³ de mineral no metálico a explotarse.

Para fines de cálculo, así como el minado, el área se agrupado en una sola cantera. En el cuadro siguiente se detalla las reservas probadas de la cantera.

Tabla N° 4 Reservas de Agregado

Área de explotación	90,000.00 m ²
Volumen bruto	1 590,000.00 m ³
Potencia	10 m – 35 m
Vol. Útil (70%)	1 133,000.00m ³

Fuente: Elaboración Propia

2.2.7. Tiempo de vida del yacimiento

Considerando las reservas probadas que se calculan en 1 133 000 m³ y manteniéndose la producción 18,720 m³/año, la vida de yacimiento sería de 60.52 años aproximadamente, este periodo o vida de la cantera está supeditado a las fluctuaciones de la demanda de la necesidad de estos agregados para los diferentes usos que requiera la minera, pudiendo aumentar o disminuir la vida de la cantera.

$$\frac{\text{Reservas}}{\text{Producción Anual}} = \text{Vida útil del yacimiento}$$

Reservas : 1 133 000 m³

Producción Anual : 18,720 m³/año

Tiempo de Vida : 60,52 Años

$$\text{Vida útil del yacimiento} = \frac{1\,133\,000\text{ m}^3}{18,720\text{ m}^3/\text{año}} = 60,52\text{ años}$$

2.2.8. Producción

La producción diaria será de 60 m³/día y se proyecta trabajar 12 meses, 26 días al mes, en lo que se incluye trabajos de exploración, desbroce y otros.

2.2.9. Peligro Sísmico

Son factores que pueden desencadenar grandes deslizamientos, pudiendo ocasionar graves daños.

Al momento de ocurrir un sismo se forman una serie de vibraciones donde trascienden ondas de diferente frecuencia. La aceleración horizontal y vertical asociadas a esas ondas, origina una fluctuación del estado de esfuerzos en el interior del terreno perturbando al equilibrio de los taludes, así se puede originar una revolución de la trabazón ínter granular de los agregados, minimizando su cohesión.

Esta acción sísmica es compleja y origina fenómenos y deformaciones que pueden ser de tipo sismo tectónico o sismo gravitacional.

El primero de ellos se produce en la corteza terrestre a lo largo de fallas plegamientos, etc. Producidos durante terremotos de intensidad mayor a 6.5 (Escala de Mercalli).

El sismo gravitacional tiene una acción determinada, los agregados que se desplazan presentan mayores áreas de alcance esto debido a la gravedad, en el caso de que hubiese existido vibraciones de larga duración, estos tienen como consecuencia mayores deslizamientos, avalanchas, desprendimientos y coladas.

A partir de 6.5 es el factor sísmico de mayor incidencia, este se dará en los movimientos de los taludes.

2.2.9.1. Zonificación Sísmica

Se puede observar la zonificación sísmica realizada por Jorge Alva y Jorge Castillo (1993), en el cual se ubica la zona de estudio, que está en el Departamento de Cerro de Pasco (zona II).

2.2.9.2. Sismo Tectónica

El tectonismo de los andes peruanos y luego el sismo tectónico regional, mostrando un mapa, en donde, además de los hipocentros del catálogo sísmico del SISRA, están presentados los rasgos geotectónicos indicados por Sbrrier, E. (1982).

Las regiones de subducción presentan principalmente sismos distribuidos en la parte alta del plano de la placa sub-ductada, la cual es conocida normalmente como la zona Benioff. Para el diseño, esta zona podría ser estimada como una placa oblicua hacia el este en un ángulo empinado con una acometida paralela a la costa. Además de los sismos superficiales pueden suceder en una falla activa localizada dentro del continente. Estos sismos de la corteza poco profundos generalmente tienen bajas magnitudes que las que ocurren dentro de la zona de subducción.

2.2.9.3. Aceleración Pico del Terreno

Es inevitable precisar el movimiento en la corteza terrestre podría producirse, esto con el fin de establecer los parámetros sísmicos a utilizar en el diseño de varias estructuras a ser considerada en la cantera. La aceleración Pico Horizontal (APH) del terreno depende de los siguientes aspectos:

- Magnitud del sismo
- Distancia entre la fuente y el proyecto
- Profundidad focal
- Tipo de fuente sismo génica
- Condiciones particulares del proyecto desarrollado por varios estudiosos ya establecido, la aceleración pico horizontal puede ser estimada mediante el uso de una relación de atenuación aplicable registros de fuertes movimientos alrededor del mundo.

2.2.10. Seguridad y Salud Ocupacional

El titular minero cumplirá las normas legales vigentes:

- Ley N° 29783-TR Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto Supremo N° 005-2012 Reglamento de la Ley Nro. 29786 de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Decreto Supremo N° 024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- Decreto Supremo N° 023-2017- EM Modificatoria del D.S N° 024-2016 EM del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.

Para lo cual se ha estableciendo un plan de gestión de Seguridad y Salud Ocupacional, a fin de proteger la salud humana y del medio ambiente, así como prevenir los incidentes / accidentes en el desarrollo de la actividad minera. Dentro de las principales obligaciones que el titular deberá cumplir, podemos mencionar, entre otras, las siguientes:

- Suscitar y amparar el bienestar físico y mental de los obreros. Proteger a los colaboradores de los riesgos resultantes de los agentes nocivos con motivo de sus ocupaciones.
- Ubicar y mantener a los trabajadores de manera adecuada y acuerdo a las aptitudes físicas y psicológicas.
- Impedir la indisposición de la salud causada por las situaciones de trabajo.

Asimismo, se desarrollará un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional, incluirá el desarrollo y control de los siguientes temas:

- Condiciones de Seguridad.
- Instalaciones mecánicas.
- Materiales inflamables.

- Materiales peligrosos.
- Agentes físicos, químicos y biológicos.
- Instalaciones auxiliares.
- Prevención de los accidentes de trabajo.
- Bienestar y Salud ocupacional.
- Capacitación del personal, etc.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. Método de Investigación

Según la investigación desarrollada, el método que se utilizó es científico no experimental, ya que se realizó un plan de mejora para solucionar el problema anteriormente planteado. Además, obedece a un Método de análisis, descriptivo y estadístico, ya que utilizó la observación y la medición para poder obtener información necesaria para realizar la investigación.

3.2. Alcance De La Investigación

El alcance de la presente Investigación, estará enfocado a nivel local de la cantera de Agregados San Isidro-Unidad minera Cobriza, para proponer un plan de minado y posteriormente a nivel nacional debido a que la gran cantidad de canteras de agregados del país carecen de un plan de minado y por consiguiente no cumplen con las normas legales vigentes, siendo que los resultados de la presente investigación puedan servir de base para los futuros estudios sobre este tema ampliando de esta manera su alcance.

3.3. Tipo y Nivel De Investigación

3.3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es Cuantitativa por la información que se viene desarrollando, se realizó un análisis en la recolección de datos para proponer de un plan de minado para la Cantera de Agregados San Isidro – Unidad Minera Cobriza todo ello sustentado en trabajos e investigaciones anteriores sobre la mejora del plan de minado para la extracción de agregados y con ello aumentar la productividad, seguridad y vida de la Cantera. Y en función de su propósito esta investigación es aplicada, dado que se utilizó técnicas, experiencias y conocimientos para resolver el problema identificado en esta Empresa.

3.3.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es Descriptiva Simple. Es decir, sus datos se basan en la descripción como se produce el problema específico, en este caso la propuesta del plan de minado se realizó a fin de aumentar la productividad y esta investigación midió los resultados según la variable descrita.

3.4. Técnicas e Instrumentos

3.4.1. Técnica

Para lograr los objetivos planteados se tuvo que seguir las siguientes técnicas.

- Inspección a la Cantera de agregados San Isidro, en donde se verifico la extracción del agregado, taludes, bermas de seguridad, gradientes, bancos de explotación, accesos, muros de seguridad y tipo de litología.

- Se recopiló datos de planos de explotación y estadísticas de accidentabilidad donde se determinó la explotación a corto, mediano y largo y datos de seguridad.
- Se analizó los datos obtenidos de planos y estadísticas de accidentabilidad donde se trabajó en los softwares de planeamiento de minado y de seguridad.
- Se realizó una investigación bibliográfica para la elaboración del presente estudio y proponer un Plan de Minado para la Cantera San Isidro – Unidad Minera Cobriza, para una explotación de agregado de manera segura y sostenible.

3.4.2. Instrumentos

- **Planos Topográficos** nos permitió conocer la topografía del terreno a través de curvas de nivel, determinado de esta manera el avance de explotación del agregado; asimismo se puede realizar interpretaciones topográficas de otros aspectos como contrarrestar datos con planos topográficos antiguos.
- **Planos Geológicos** nos permitió conocer datos litológicos, estratigráficos, geo mecánicos y geomorfológicos de la zona de explotación con la finalidad de verificar el tipo de agregado a extraer y las condiciones de seguridad minera de la Cantera.
- **Secciones transversales y longitudinales** nos permitió conocer la ubicación de reservas de agregados; asimismo se puede realizar los diseños de bancos de explotación, bermas de seguridad y muros de seguridad para una explotación segura.

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE LA PROPUESTA DE LA INVESTIGACION

4.1. Explotación de la cantera san isidro

La explotación de la cantera se realizará por el método superficial, cuyas características principales serán las siguientes:

Tabla N° 5 Parámetros Geométricos de Minado

Parámetro	Valores
Angulo de talud final	28°
Angulo de talud operacional	55°
Altura de bancos	8 m
Angulo Interrampa	35°
Ancho de Plataformas en niveles inactivos	7 m
Ancho de Plataforma en niveles activos	25 m
Gradientes de rampa	10 - 12%

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Planeamiento de minado

Comprende las siguientes etapas:

a) Planeamiento de Minado a Corto Plazo

Al ritmo de producción diario de 60 m³/día, y el avance de planeamiento anual es de 18, 720 m³/año.

b) Planeamiento de Minado a Mediano Plazo

Al ritmo de producción de 18,720 m³/año.

c) Planeamiento de Minado a Largo Plazo

Se está programando una producción de 18,720 m³/año, con una vida económica de 60.52 años programándose el avance del 100% de las reservas de 1133,000 m³ del yacimiento.

4.2.1. Método de Explotación

El Método de explotación será a tajo abierto, mediante el método de banqueo, en donde se utilizará maquinaria pesada tractor de oruga D6 para su extracción apilamiento y transporte. (Véase en Anexo N°4 - Plano de secciones de cubicación y Planos de Secciones Transversales de Planeamiento de minado de la Cantera).

El procedimiento de extracción de los agregados se desarrollará desde la cota superior de la ladera hacia niveles inferiores de la misma, es decir, se iniciará con la remoción de los agregados de cobertura vegetal y/o top soil (si los hubiera), prosiguiendo finalmente con la realización del corte, apilamiento y transporte progresivo del agregado arena mal gradada con presencia de grava, arcilla y limo, estableciendo secuencialmente como topografía final la superficie.

El desbroce se realizará sólo en los sectores habilitados para la explotación y éste se efectuará de manera progresiva en forma frontal u open Cast, según

las necesidades de agregado, conforme se realizará el retiro, este agregado servirá como agregado de relleno para la zona de acceso.

Al inicio de la explotación se debe efectuar el corte y retiro de la capa superficial cubierta de agregado arenoso, este agregado de espesor pequeño servirá como relleno para las rampas, Para la explotación en el tajo de la concesión minera, el tajo tiene cubicado 1 133 000 m³ de agregado explotable, dando una vida útil de explotación de 60.52 años. Estableciendo la producción que representa a 18,720 m³/año, siendo esto a 1,560 m³/mes y esto es una producción diaria de 60 m³/día.

Según el plano topográfico los límites de explotación están delimitadas por los puntos y coordenadas UTM y las cotas con referencia a nivel del mar. De tal manera que una vez marcada la zona de explotación ésta servirá directamente como lugar de extracción del agregado no metálico. La extracción y el transporte serán enteramente con maquinaria que faciliten una explotación que cumpla con el promedio mensual.

4.2.1.1. Altura de Banco

Teniendo en consideración características físico-mecánicas, la geología estructural del terreno, considerando la producción presente y futura, y la necesidad del tipo y forma del producto, las características de equipos: se elegirá una altura de banco de 8 metros.

4.2.1.2. Ancho de Berma de Seguridad

Se proyecta una berma de seguridad de 7 metros para casos de deslizamiento de los taludes de bancos, y esta berma sirve de protección al personal, acceso y otros.

4.2.1.3. Ancho de Rampa

El ancho de la rampa de acceso y salida del tajo se proyecta en 6 metros de vía simple, con una gradiente en el orden del 0% al 10% y como máximo de 12%.

4.2.2. Desbroce y preparación

Preparar y remarcar las áreas de trabajo. Para efectuar el plan de desbroce a mediano y largo plazo, debemos integrar los blocks en forma ordenada y bajo una supervisión profesional.

La preparación del tajo por el método de cielo abierto consistirá en hacer una limpieza del agregado superficial existente en el área de trabajo que es muy poco, luego se marcarán de acuerdo a los procedimientos establecidos.

Concluir con la preparación de las rampas de acceso. Proporcionar las herramientas adecuadas y la dotación de implementos de seguridad sin ninguna restricción.

Para retirar la tierra orgánica, se utilizará cargadores frontales y/o tractor, la tierra orgánica servirá para el Cierre de Mina, en este proceso inicial se constituirá para una capa especial que será ubicado en una zona apropiada.

Se inicia con la limpieza de una extensión para cubrir una producción limitada, luego se procede a preparar los niveles o bancos de explotación.

4.2.3. Proceso Productivo

El método de explotación del tajo será a tajo abierto empleándose técnicas de corte y arrastre. Para efectos de escribir las actividades orientadas a la obtención de agregado se detallan seguidamente cada una de ellas:

4.2.4. Acopio de Agregado

La rotura del mineral se realizará mediante el uso de un tractor D6 ya que el agregado es suave y no compacto, no se hará uso de equipos de perforación ni accesorios de voladura.

4.2.5. Carguío

Los agregados que han sido cortados por un equipo (Tractor de Oruga D6) son acumulados y posteriormente cargado con un cargador frontal a los volquetes.

Tabla N° 6 Parámetros de Carguío

E=FO x FT x FM	0.59
FO= Eficiencia de Operación	0.86
FT= Eficiencia de tiempo	0.76
FM= Eficiencia por disponibilidad mecánica	0.9

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos para los parámetros de carguío fueron trabajados en el campo, mediante fichas de tiempo.

4.3. Actividad de beneficio

La etapa final del proceso de explotación de la cantera San Isidro, consistirá en la reducción de tamaño del agregado grueso (rocas mayores de 1 metro de diámetro) mediante el chancado primario y zarandeo, donde se obtendrá los siguientes productos:

Tabla N° 7 Chancado y Clasificación

A. Productos Clasificados:
<ul style="list-style-type: none">- Piedras grandes mayores de 12" (roca)- Piedra de zanja de 5" a 12" clasificada.- Arena gruesa.- Piedra zarandeada de 1/2".
B. Productos Chancados:
<ul style="list-style-type: none">- Piedra chancada de 1/2"- Piedra chancada de 1/4"

Fuente: Elaboración Propia

El agregado clasificado será apilado en una plataforma establecida (cancha de almacenamiento) para su posterior uso.

4.4. Botaderos

Existen dos tipos de agregados que son dispuestos en botaderos:

- 1.- El suelo orgánico que es retirado y almacenado al avanzar la explotación para ser utilizado en el Plan de Cierre del tajo.
- 2.- Para nuestro caso hay poca existencia de suelo orgánico debido a las características del terreno y a que el agregado extraíble se encuentra en la superficie.
- 3.- La generación de estos agregados será mínima dado que todo el agregado de la cantera es homogéneo y aprovechable, su talud coincidirá con el ángulo de reposo natural, este agregado podrá ser usado en las bases de los taludes finales para contribuir a su estabilidad.

4.5. Equipos y maquinarias

El equipo y maquinaria a emplear estará dado por:

Tabla N° 8 Equipo y Maquinaria en Cantera de Agregados

<i>Maquinaria</i>	<i>N° de Unidades</i>
<i>Cargador Frontal</i>	<i>01</i>
<i>Tractor de Oruga D6</i>	<i>01</i>
<i>Lavadora de Arena</i>	<i>02</i>
<i>Faja Transportadora para Zaranda</i>	<i>01</i>
<i>Zaranda</i>	<i>01</i>

Fuente: Elaboración Propia

4.6. Estabilidad física y diseño de taludes

4.6.1. Método de Cálculo

Para el análisis de la estabilidad de los taludes se ha utilizado las secciones transversales de la topografía proyectada y el programa de cómputo SLIDE (Rocscience Inc, 1989-2003) versión 5.0. Este programa permite hacer el análisis de estabilidad de taludes a través del cálculo del Factor de Seguridad. Es un programa completamente integrado, permite desarrollar la geometría del talud interactivamente y realiza el análisis de estabilidad taludes de deslizamiento circular y no circular en suelos o rocas con diferentes métodos, tales como el método de Bishop Simplificado, Janbu, Spencer, GLE/Morgenstern-Price y otros métodos de análisis.

El análisis para calcular el Factor de Seguridad se lleva a cabo bidimensionalmente usando el concepto de equilibrio límite y empleando diversos métodos. El programa puede ser usado para determinar la superficie circular o no circular potencial de falla más crítica, correspondiendo a un menor factor de seguridad del análisis.

Este programa tiene la capacidad para analizar:

- Sistemas homogéneos o heterogéneos del suelo.
- Propiedades anisotrópicas de resistencia de suelos.
- Reforzamiento de taludes.
- Envolvente de resistencia Mohr-Coulomb, no lineal, Barton, Hoek y otros modelos de resistencia.
- Presiones de poros del agua para el análisis de esfuerzos efectivos, usando:
 - Superficies freáticas.
 - Factor R_u , presión de poros como fracción de la presión vertical total del terreno dentro del talud.
 - Presión de poros del agua constante.
 - Carga pseudo-estáticas.
 - Sobrecargas actuantes sobre taludes.
- Generación automática y análisis de un número limitado de superficies de falla circulares, no circulares y en forma de bloques.
- Análisis probabilístico de estabilidad de taludes.
- Unidades tanto en el sistema internacional, como el sistema inglés.

4.6.2. Factores de Seguridad Mínimos

El factor de seguridad viene a ser la relación que existe entre las fuerzas que resisten, propias del terreno “vs” las fuerzas que inducen el deslizamiento, debido al peso de la masa de roca.

4.6.3. Condiciones de Análisis

Para llevar a efecto el análisis de estabilidad se consideraron las siguientes condiciones de análisis.

Se han considerado dos secciones de análisis, cuya ubicación en planta y perfiles se presentan en este informe. Estas secciones se considerarán como críticas ya que representan la pendiente con mayor longitud y alcanza la mayor sección de la zona de la cantera.

Se ha considerado en el análisis de estabilidad un tipo de perfil, este pertenece a la sección de la cantera proyectada.

El talud que se ha proyectado en el diseño final presenta una relación de 1.0:1.3 (H: V).

Se considera que las propiedades del agregado que conforma el perfil del talud son homogéneas e isotrópicas y que la ruptura del talud se produciría como resultado de fallas simultáneas y progresivas a lo largo de la superficie de deslizamiento.

Se considera un solo tipo de falla, superficie circular, que es características en taludes de tierra. El método de análisis de falla circular adoptado es el de Spencer que se encuentra implementado en el programa de cómputo SLIDE.

Los resultados del análisis se presentan en términos de superficie potenciales de falla. La superficie crítica de deslizamiento es aquella que proporciona el menor factor de seguridad.

Se ha tratado de representar las condiciones reales de campo, es decir, se incluyen el efecto gravitatorio de los diferentes agregados y el efecto sísmico a través del análisis pseudo estático. En este sentido, el coeficiente sísmico horizontal de diseño adoptado es de 0.15 g.

4.6.4. Diseño de Talud

El diseño del talud proyectado de la cantera se basa en las siguientes consideraciones:

- En los análisis de estabilidad del talud crítico efectuados en los numerales anteriores.
- En la práctica usual de construcción de presa de tierras.
- Configuración topográfica encontrada.
- Se perfilará la parte superior de la cantera para una mejor estabilidad.
- Los análisis de estabilidad presentados en el presente informe, han sido efectuados considerando la forma cómo será la cantera proyectada y ejecutada en ambas atapas de explotación.

4.7. Etapas del trabajo propuesto

Una vez concluida la primera etapa de la evaluación geológica del yacimiento minero con el resultado de la cubicación de reservas probadas y probables, se iniciará con la ejecución del Proyecto, el cual comprenderá tres etapas principales.

- Planeamiento de operación.
- Servicios básicos; mejoramiento de vías de acceso e infraestructura minera.
- Inicio de producción.

La primera etapa del desarrollo del Proyecto es el planeamiento de la operación minera, los equipos, maquinaria minera y herramientas manuales y en general de toda la operación minera, esta será proporcionada por la operación minera la Unidad Minera Cobriza, la cual tiene dentro del área actividad minera distinta de esta última y de mayor envergadura.

4.8. Organización y personal

Las actividades a realizar en la cantera ocuparán un total de 13 trabajadores de acuerdo a lo especificado en el Tabla N° 9 adjunto y que involucra a personal de cantera, e Ing. Jefe de Guardia de Cantera.

Tabla N° 9 Distribución de Personal

	Descripción	Cantidad
Personal	Operador de Cargador Frontal	3
	Operador Tractor Oruga	3
	Operadores de planta de Lavado	6
Supervisor	Ing. Jefe de Guardia de Cantera	1
	Total	13

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V

PROPUESTA DEL PLAN DE MINADO

5.1. Propósito

El objetivo de la propuesta es establecer un plan de minado, para que la extracción de agregados sea segura y que las reservas de agregado sean sostenibles, con la finalidad de mejorar la calidad de los agregados y reducir los gastos de explotación.

5.2. Alcance

El presente plan de minado de la Cantera de Agregados San Isidro – Unidad Minera Cobriza es responsabilidad de la Superintendencia de Ingeniería, la misma que abastece este agregado con las especificaciones técnicas de control de calidad a las áreas de operaciones y en especial a la Superintendencia de mina para los diferentes trabajos que se realizan en mina.

5.3. Propuesta de un Plan de Minado

5.3.1. Diagnóstico de la Cantera de agregados San isidro

Como ya se indicó anteriormente la Cantera de Agregados San Isidro – Unidad Minera Cobriza, carece de una propuesta de un Plan de Minado como se puede apreciar en las fotografías que se exponen:



Figura N° 1 Vista Panorámica de la Cantera San Isidro



Figura N° 2 Vista Panorámica de los accesos, bancos y taludes de explotación la Cantera San Isidro

Como se aprecia la explotación de la cantera, no cumple con parámetros de seguridad, accesibilidad ni estabilidad de taludes.



Figura N° 3 Vista Panorámica de los Bancos de Explotación

Como se aprecia no se tiene un banqueo y/ o niveles de explotación con los estándares establecidos en las normas vigentes.

5.3.2. Controles de Explotación de la Cantera

Como ya se mencionó anteriormente la Cantera San Isidro carece de una metodología de explotación, por lo cual se propone controles de seguridad en la cantera el cual utilizara herramientas y especificaciones técnicas que se detallan a continuación:

- Conocer el diagnostico actual de la explotación de la Cantera San Isidro de la Unidad Minera Cobriza, con la finalidad de proponer un Plan de Minado que se ajuste a las necesidades técnicas de explotación.
- La altura de banco de explotación será de 8 metros, el cual ha sido ajustado a parámetros de seguridad para la estabilidad del agregado.
- Los accesos a los niveles y/o bancos de explotación tendrán un ancho de 7 metros, para el traslado de equipos livianos y pesados, las gradientes estarán entre 10% y 12% con la finalidad de que los equipos pesados y livianos no sufran en la accesibilidad y para cumplir con la normativa legal vigente.
- El ancho de plataforma y/o rotonda de operaciones será de 25 metros con la finalidad de facilitar la maniobrabilidad de los equipos en el carguío y acarreo del agregado.
- El ángulo de talud operacional o de trabajo será de 55° el cual dará la estabilidad al talud y evitará el deslizamiento de los materiales.
- El ángulo de talud final será de 28°, para cumplir con el plan de cierre.
- Se construirán muros de seguridad en todos los accesos y zonas operativas.
- Se construirán bermas de seguridad para dar pase a los equipos pesados y livianos que circulen en sentido contrario; manteniendo el sector señalizado con agregado reflexivo de alta intensidad, cuando el uso de la vía es permanente.

- Se construirán cunetas para encausar el agua de lluvia hacia las pozas, para evitar que se deterioren las zonas operativas (accesos, taludes, rampas, rotondas de carguío, etc.).
- Proponer el Plan de Minado para la Cantera, el cual consiste en el análisis integral de los diferentes factores de producción dentro de la Unidad Minera, con sus limitaciones internas y externas y todo esto guarda una relación estrecha con los objetivos planificados: De este modo la Unidad Minera Cobriza cumplirá con las políticas, estrategias y procedimientos.

CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Teniendo en cuenta que el agregado es la materia prima de gran importancia para diferentes usos en las labores de trabajo de la minera, se propone implementar un Plan de Minado para la Cantera de Agregados San Isidro para que la extracción de agregados sea de acuerdo a las normas de seguridad, identificando los riesgos potenciales de deslizamiento de agregado, que pudieran afectar a nuestro personal, equipos e instalaciones; de manera que la explotación sea segura y que las reservas de agregado sean sostenibles.
- SEGUNDA:** Al estar realizando constantemente un estudio se propuso el Plan de Minado para la explotación de la cantera de agregados con la finalidad de dotar del agregado de manera planificada y constante para las diferentes necesidades de la Mina Subterránea Cobriza.
- TERCERA:** Se determinara que el trabajo de investigación propuesto para realizar un plan de minado tendrá la finalidad de diseñar y ejecutar las operaciones mineras, que garanticen la integridad y estabilidad física de la cantera San Isidro - Mina Cobriza.
- CUARTA:** Es importante proponer un Plan de Minado para la Cantera de Agregados San Isidro de la Unidad Minera Cobriza, porque dotará de herramientas de gestión a la Superintendencia de Ingeniería para realizar controles en la extracción de agregados, asimismo se cumplirá estrictamente con la normativa legal vigente en lo que concierne a seguridad minera, salud ocupacional y medio ambiente y Concientizara al personal en los diferentes niveles de la organización para una mejora continua y esto garantizara que la empresa sea competitiva a nivel nacional e internacional

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Es necesario Implementar un Plan de Minado para la Cantera San Isidro para que la extracción de agregados sea de acuerdo a las normas de seguridad, respecto que los agregados es la materia prima de gran importancia para diferentes usos en las diferentes labores de trabajo de la minera.
- SEGUNDA:** Se recomienda realizar un análisis para saber cuáles son las necesidades más urgentes que requiera la mina con la finalidad de dotar de manera planificada y constante los agregados para evitar paradas innecesarias en las operaciones de mina.
- TERCERA:** Es necesario ejecutar la propuesta del plan de minado con la finalidad de diseñar y ejecutar las operaciones mineras en la Mina Subterránea Cobriza, para cumplir el tonelaje de 60 m³/día.
- CUARTA:** Se recomienda implementar un plan de mantenimiento para todos los equipos de línea amarilla, para evitar paradas innecesarias en las operaciones de la cantera, teniendo equipos parados y horas hombres pérdidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bustillo, M. y Lopez, C. 1996. *Recursos Minerales. Tipología, prospección, evaluación, explotación, mineralurgia e impacto ambiental.* Madrid : Graficas Arias Montana, 1996.

Calvo, José y Fueyo, Luis. 2001. *Rocas Industriales – Tipología, aplicaciones en la construcción, empresas del sector.* España-Madrid : s.n., 2001.

Diaz, Alejandra y Ramirez, Jose. 2009. *Compendio de Rocas y Minerales Industriales del Perú – Boletín N° 19, Serie B .* Lima : Geología Económica, 2009.

Empresa Minero del Centro del Perú S.A. CENTROMIN. 2016. *Estudio Hidrológico de Línea Base Unidad de Producción Cobriza.* Lima : CENTROMIN, 2016.

Herrera, Juan. 2007. *Diseño de explotación de canteras.* Madrid –España : s.n., 2007.

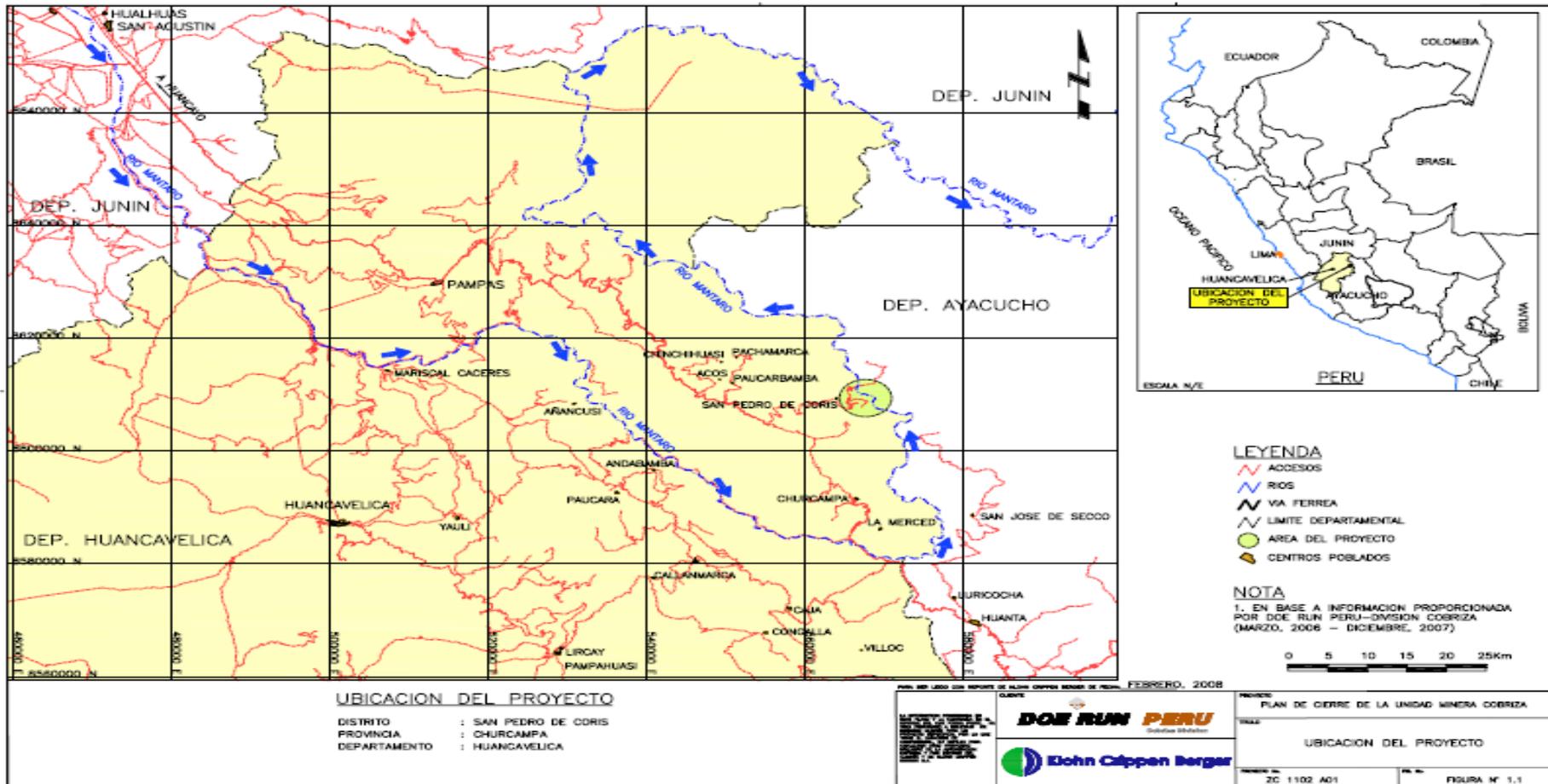
López, Juan. 2005. *El oro de España en la región del cabo de Gata. Edición de un manuscrito inédito de Juan López Soler .* Madrid : Uni, 2005.

Sironvalle, M. 2002. *Introducción al Muestro Minero. .* Santiago : Instituto de Ing. De Minas de Chile., 2002.

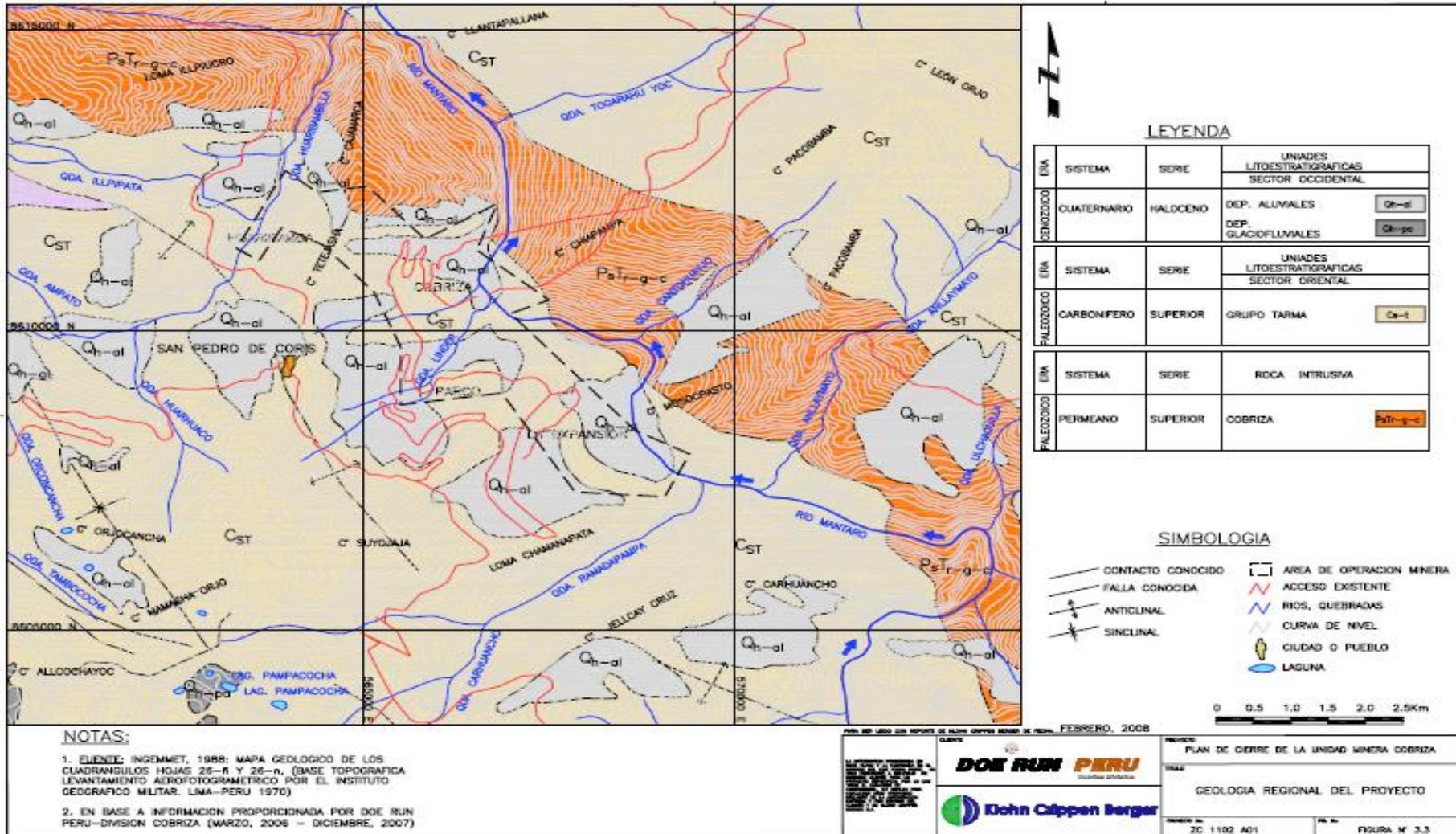
Zambrana, J. y Rodriguez, A. 2012. *Las minas de hierro de Corcoya Accidentes y extracción de mineral. .* Córdoba : García de Rute, 2012.

ANEXOS

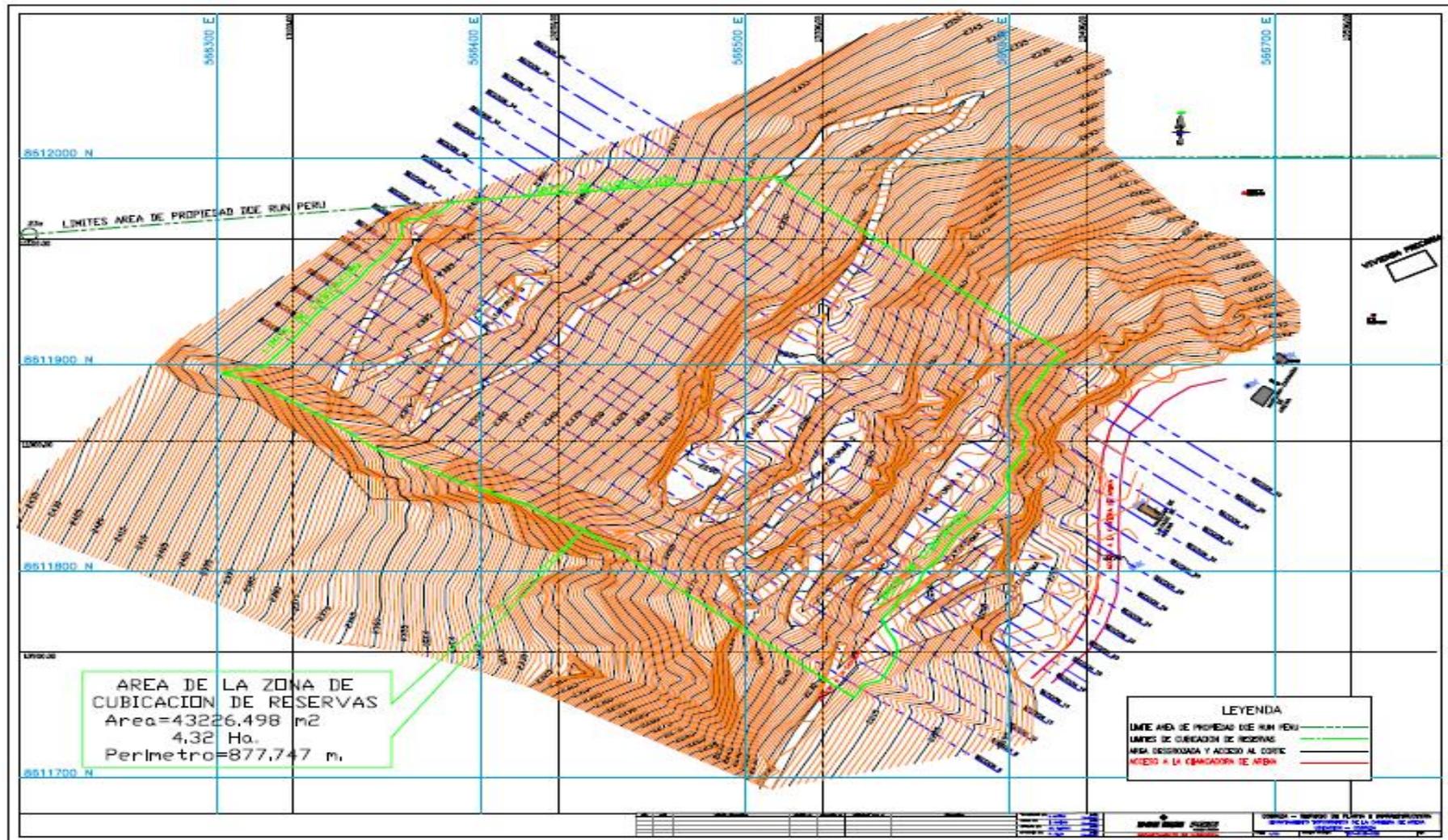
ANEXO N° 1 - PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



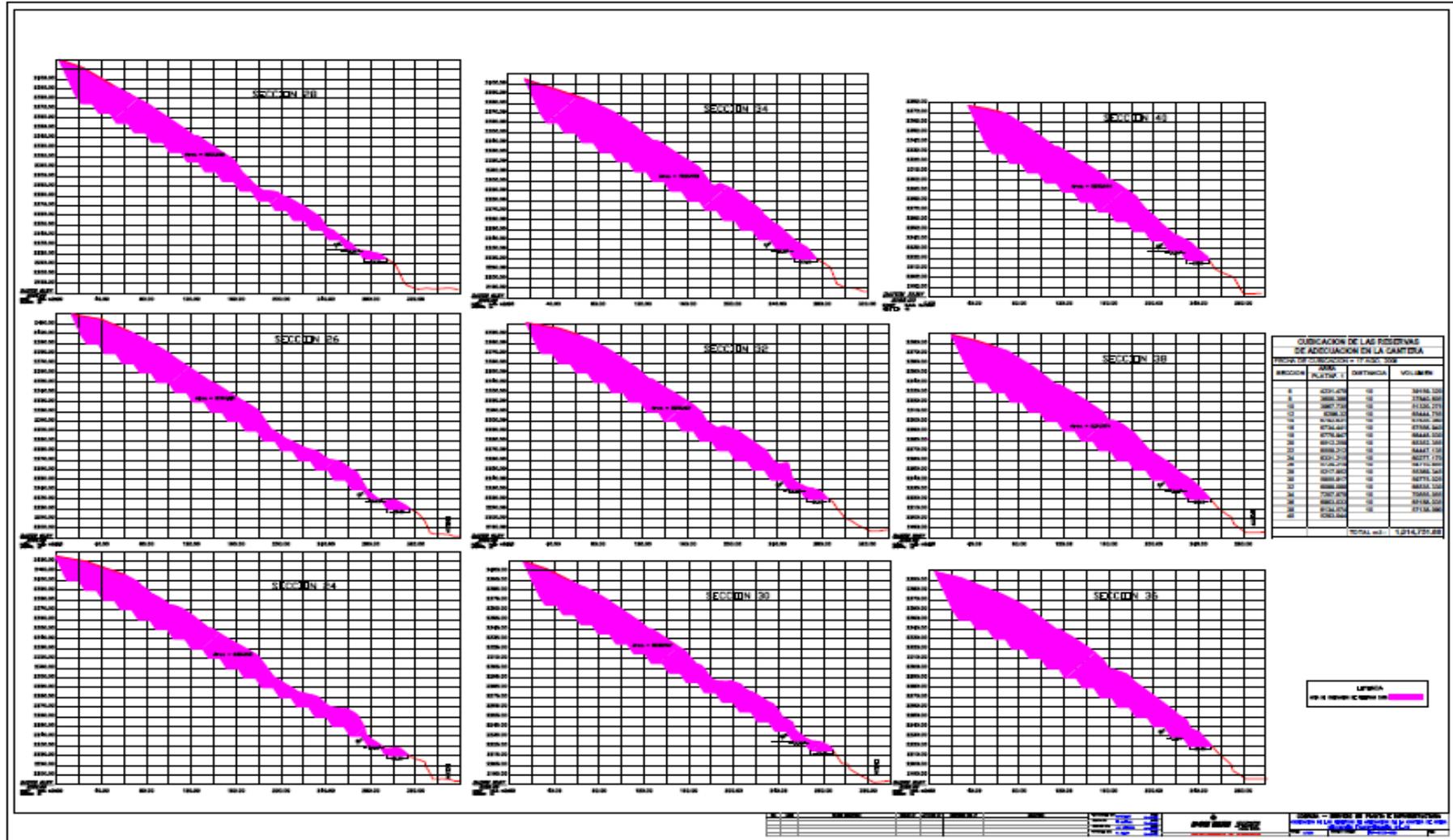
ANEXO N° 2 - PLANO GEOLÓGICO



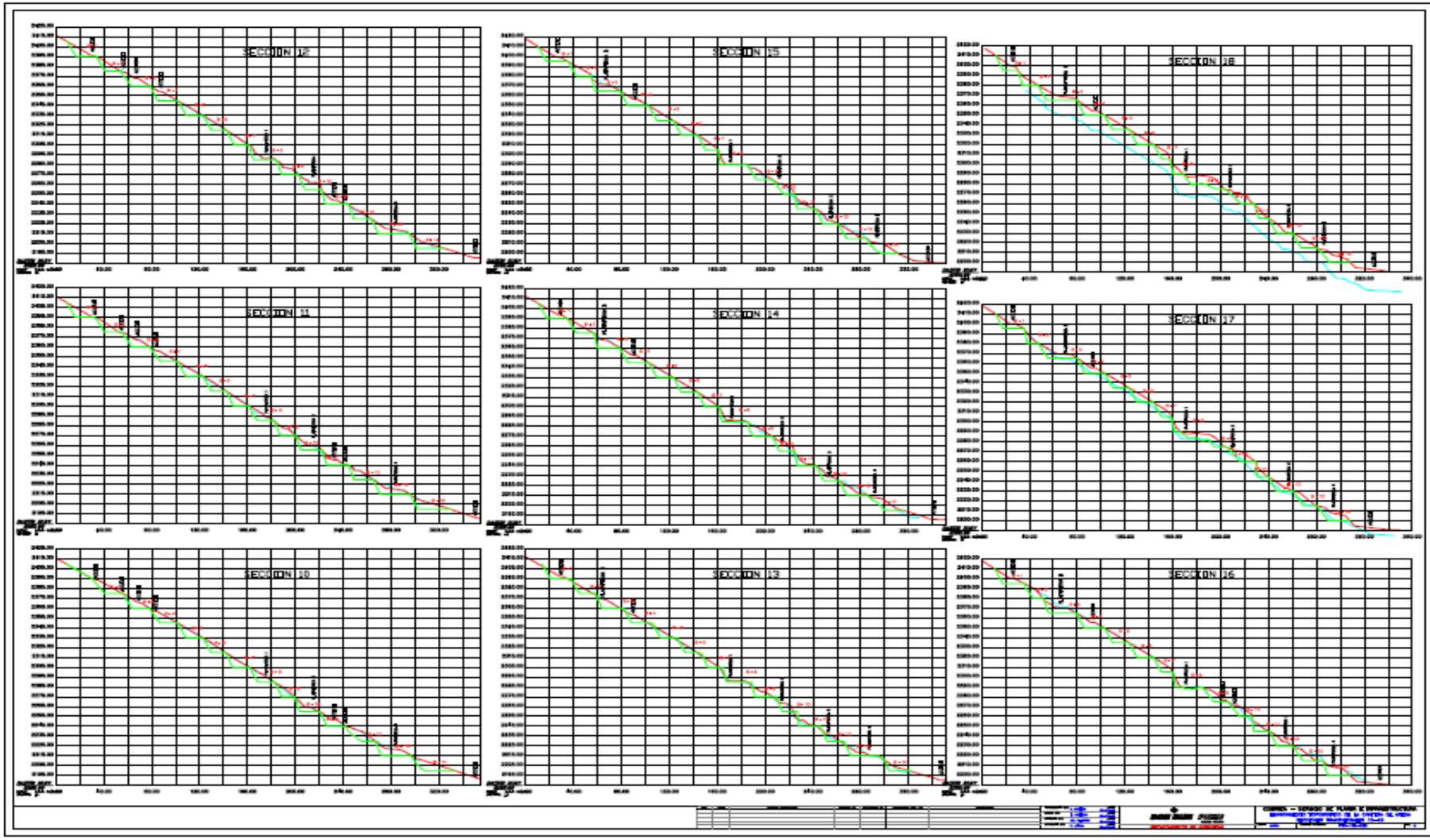
ANEXO N° 3 - PLANO TOPOGRÁFICO DE LA CANTERA DE ARENA



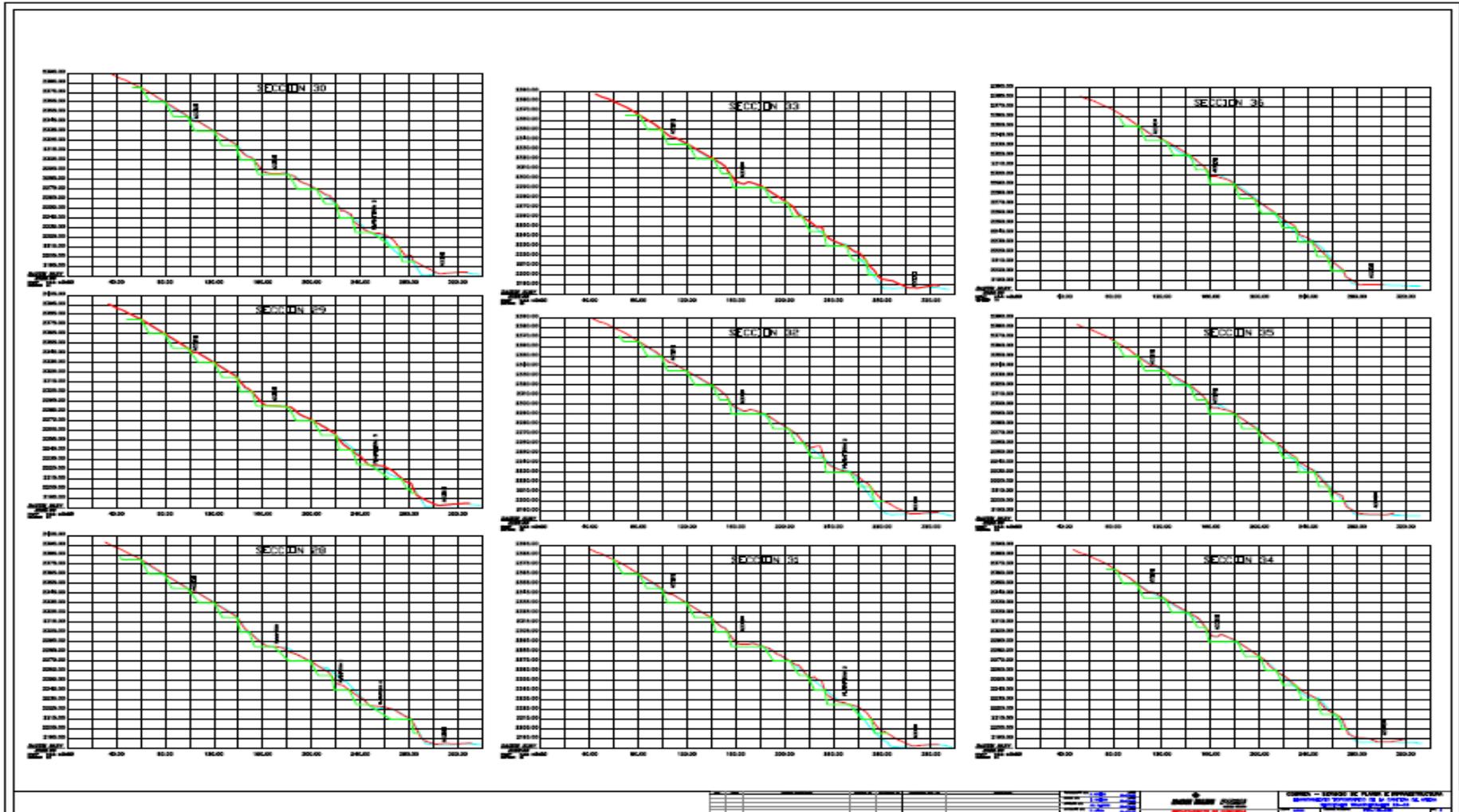
PLANOS DE SECCIÓN DE CUBICACIÓN



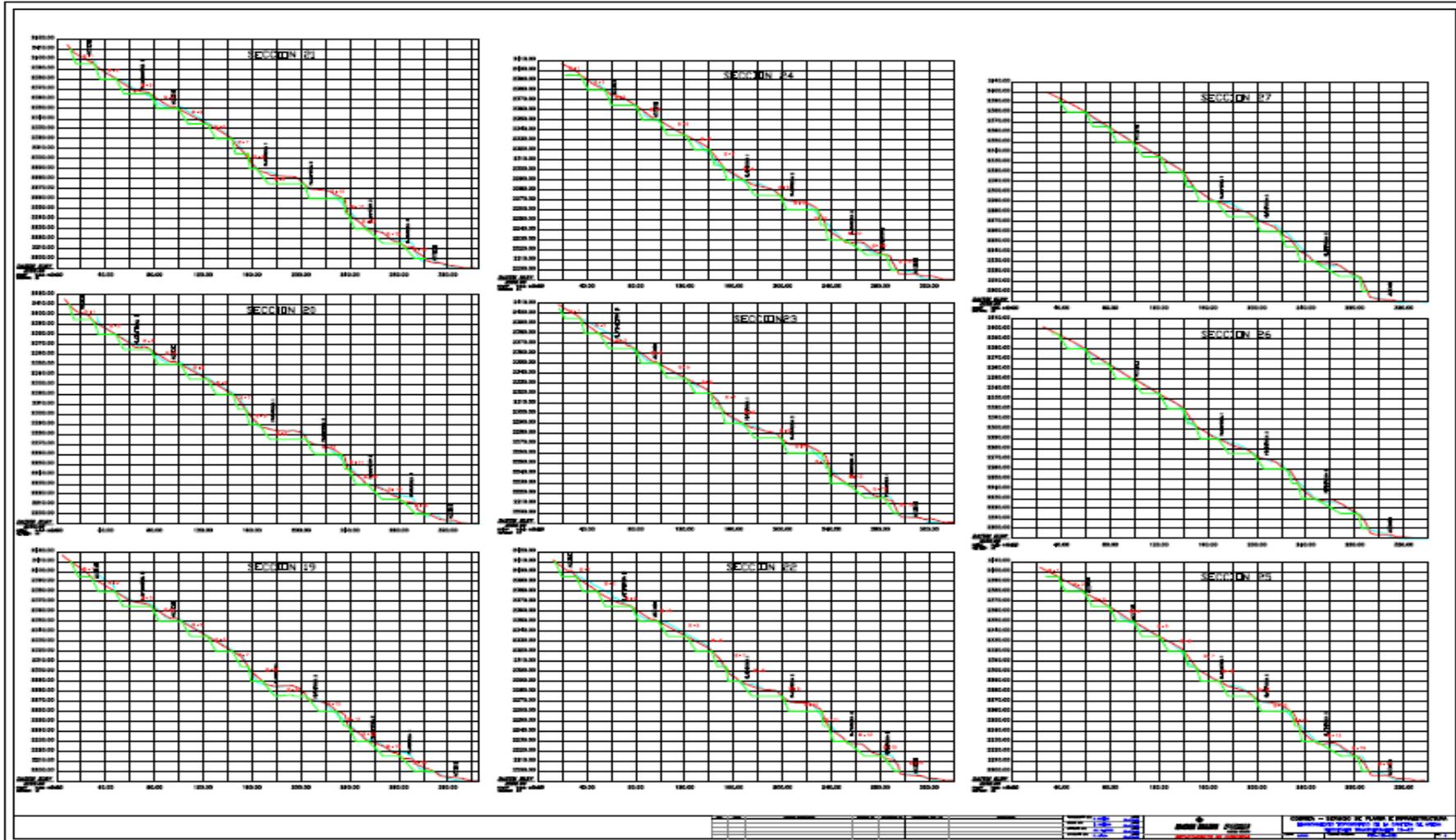
ANEXO N° 5 - PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL PARA PLANEAMIENTO DE MINADO



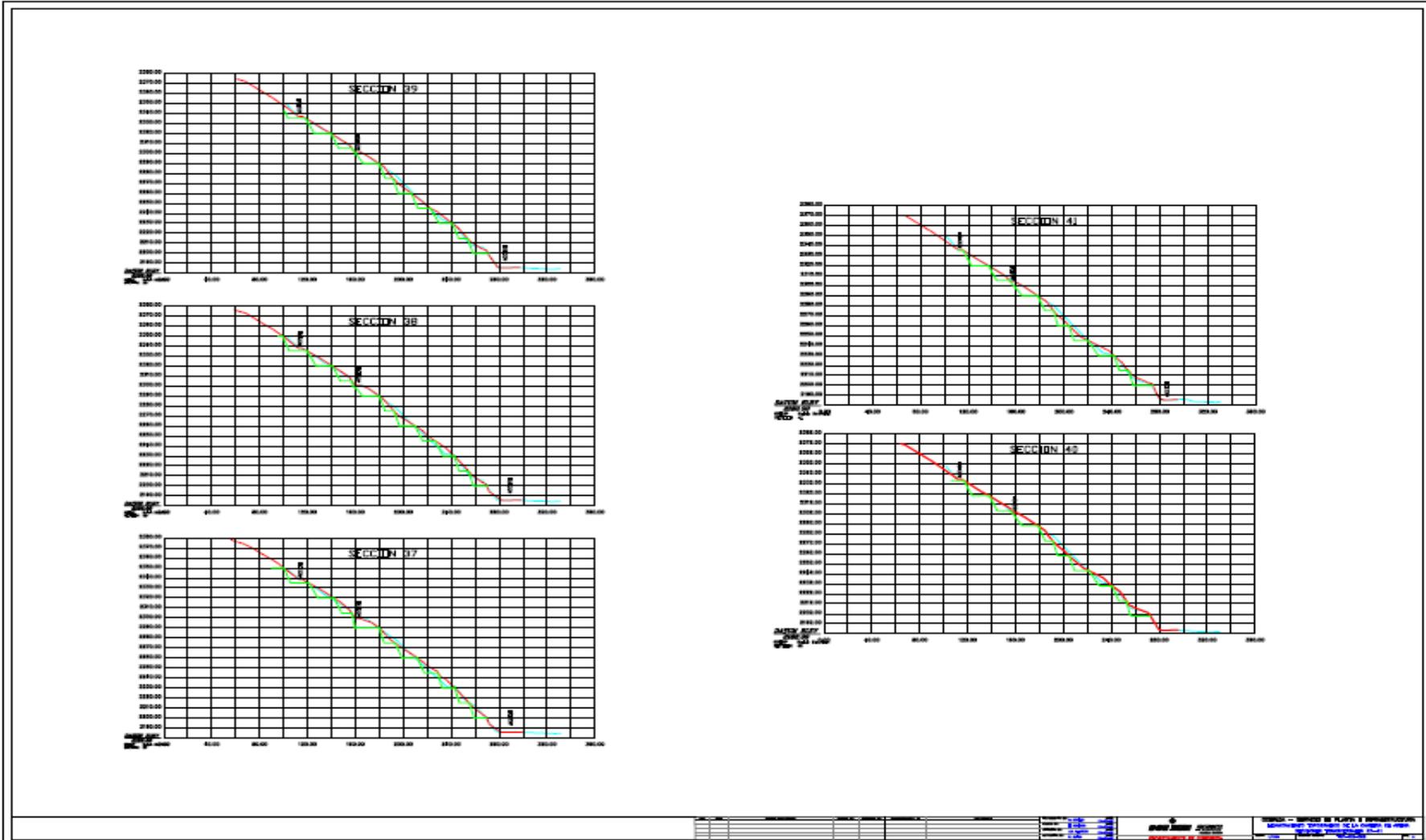
PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL PARA PLANEAMIENTO DE MINADO



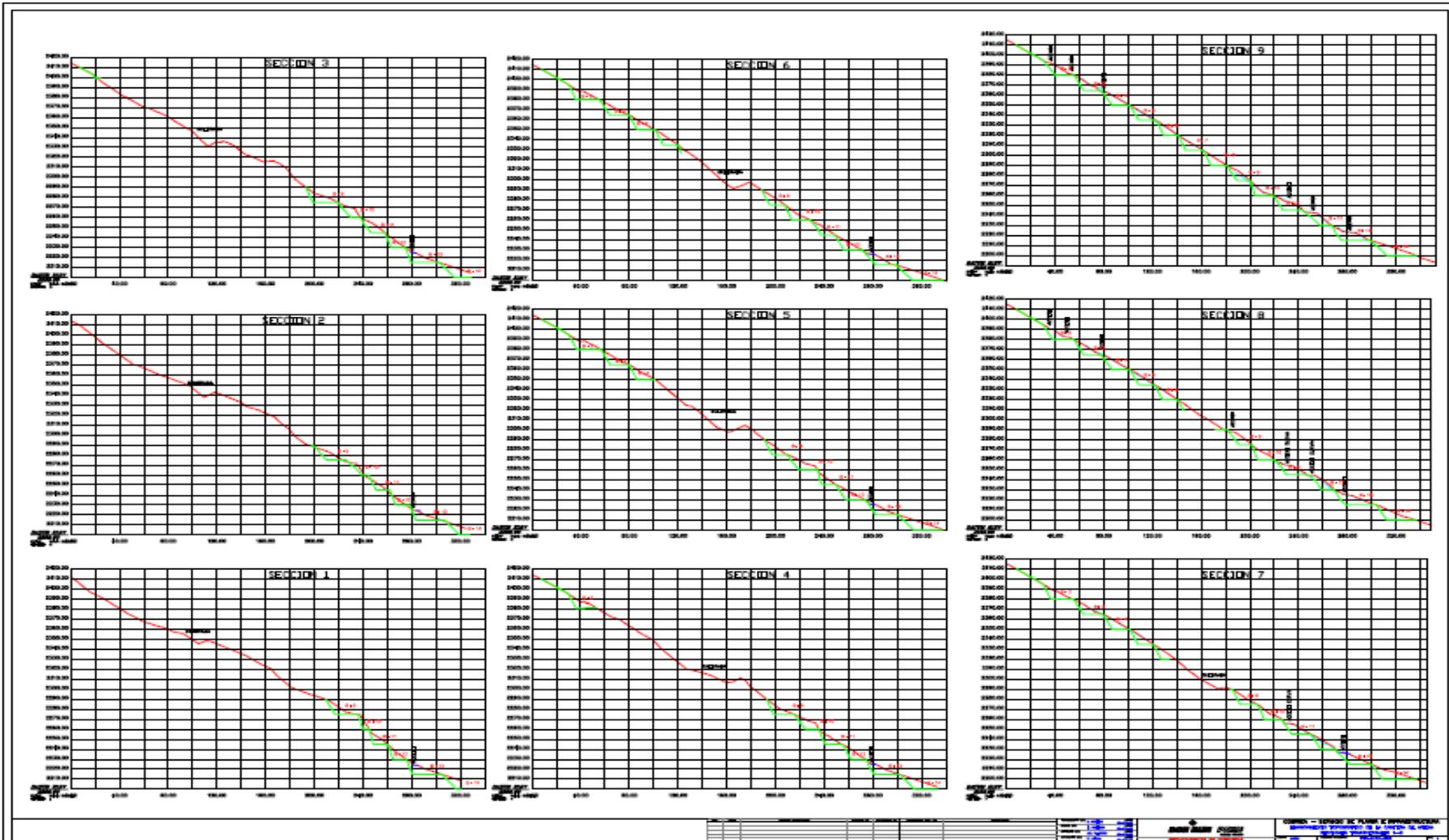
PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL PARA PLANEAMIENTO DE MINADO



PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL PARA PLANEAMIENTO DE MINADO



PLANO DE SECCIÓN TRANSVERSAL PARA PLANEAMIENTO DE MINADO



ANEXO N° 6 - PANEL FOTOGRAFICO

FOTOGRAFÍA N° 01
Vista de la cantera San Isidro (Concesión Minera
Cobriza)



FOTOGRAFÍA N° 02
Vista del afloramiento rocoso



FOTOGRAFÍA N° 03

Trocha de acceso a la parte alta de la cantera; nótese los fragmentos de roca y arena gruesa de origen coluvial y dispuestos sin orden aparente.



FOTOGRAFÍA N° 04

Parte alta de la cantera. Al fondo, aparece la roca intrusiva del basamento.



FOTOGRAFÍA N° 05
Acarreo de agregado por gravedad.



FOTOGRAFÍA N° 06
Ladera de suelos



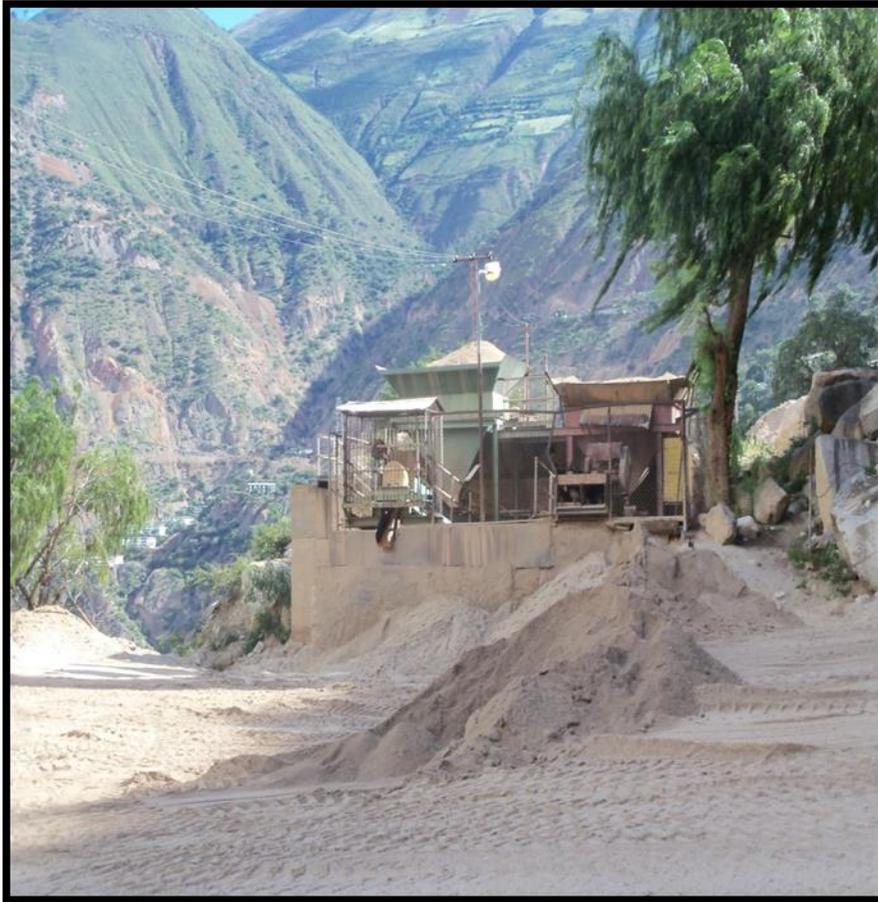
FOTOGRAFÍA N° 07
Zaranda para agregado grueso



FOTOGRAFÍA N° 08
Tamiz vibratorio



FOTOGRAFÍA N° 09
Planta de lavado de arena



FOTOGRAFÍA N° 10
Frente de acarreo de la arena gruesa, parte inferior de la explanada.

