

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN
GESTIÓN MINERA Y AMBIENTAL



“Propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en una organización del sector minero, Condominio Minero Caizan, Tumbaco, Quito - Ecuador”

**Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en
Gestión Minera y Ambiental

Autor:
Bach. Zúñiga Arrobo, Cristian Andrés

Docente Guía:
Dr. Velarde Molina, Jehovanni Fabricio

TACNA – PERÚ

2022

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE IMÁGENES	6
RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	19
1.1.Título del Tema:	19
1.2.Planteamiento del Problema:	19
1.3.Objetivos de la investigación:.....	20
1.3.1.Objetivo General:	20
1.3.2.Objetivos específicos:	20
1.4.Metodología:	21
1.4.1.Realizar un diagnóstico de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:	21
1.4.2.Diseñar la propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:	22
1.4.3.Establecer las métricas de control de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:	23
1.4.4.Establecer los mecanismos de implementación de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:	24
1.5.Justificación:	25
1.6.Definiciones:	27
1.7.Alcances y limitaciones:	28

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	30
2.1. Conceptualización de variables y/o tópicos de estudio	30
2.2. Bases teóricas de las variables y/o tópicos de estudio.....	43
2.2.1 Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y se encuentre a satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes:	49
2.2.2 Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.	61
2.3. Análisis comparativo de las bases teóricas	66
2.4. Análisis crítico de las bases teóricas	72
CAPITULO III. MARCO REFERENCIAL	81
3.1. Características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno:	81
3.2. Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad.	89
3.3. Tipo de maquinaria presente en la labor, características principales: peso y dimensiones.	101
3.4. Ciclo de comercialización de material:	106
CAPITULO IV. RESULTADOS	108
4.1. Propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:	108
4.1.1. Identificar cuáles son los taludes, vías, bermas de seguridad y plataformas de trabajo que se encuentran acorde con diseño de extracción, maquinaria y equipos relacionados a la estabilidad física y geomecánica del terreno.	109

CAPITULO V. SUGERENCIAS.....	117
CONCLUSIONES	130
BIBLIOGRAFÍA.....	137
ANEXOS.....	142
Cronograma Desarrollo del Plan Investigativo:	142
Mapa topográfico de la concesión minera:.....	144
Mapa geológico de la concesión minera:	144
Cuestionarios de Seguridad y Salud Ocupacional	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Información de la Concesión Minera registrada en el Geoportal de Catastro Minero (Ecuador).....	12
Tabla 2 Requisitos de seguridad y salud en el trabajo del ámbito minero en función de la cantidad de personal en pequeña minería.	34
Tabla 3 Requisitos de seguridad y salud en el trabajo para contratistas y subcontratistas mineros en función de la cantidad de trabajadores bajo relación de dependencia.	36
Tabla 4 Parámetros de evaluación y seguimiento a proyectos mineros, aplicado al Condominio Minero Caizan.....	45
Tabla 5 Tabla empírica de pendientes típicas utilizadas para taludes en cortes de carretera.....	57
Tabla 6 Resumen de porcentaje de material de una muestra total Nro. 1 según normas y especificaciones A.A.S.H.T.O.....	59
Tabla 7 Acciones mínimas, preventivas y de control que debe considerar el Condominio Minero Caizan.....	75

Tabla 8 Diagnóstico, cuidados, registros de información, acciones de seguimiento y evaluación de salud ocupacional.....	79
Tabla 9 Tipo de roca presente en el Condominio Minero Caizan.	94
Tabla 10 Elección del coeficiente de seguridad (k) en bancos de trabajo y en los bancos de liquidación.	95
Tabla 11 Clasificación del tipo de base.....	99
Tabla 12 Clasificación del tipo de Subbase.....	99
Tabla 13 Tamaño de grano de arena.....	100
Tabla 14 Dimensiones y peso de la excavadora CAT 330.	102
Tabla 15 Dimensiones y peso de la volqueta 12 m ³	103
Tabla 16 Dimensiones y peso de la volqueta 8 m ³	104
Tabla 17 Plantilla de evaluación de riesgos	129

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Vista de la Concesión Minera Caizan.....	14
Imagen 2 Metodología de reconocimiento de proyectos mineros, que extraen principalmente grava, arena, arcilla.....	44
Imagen 3 Elementos constitutivos de un talud o ladera	53
Imagen 4 Material pétreo aluvial y volcánico.....	81
Imagen 5 Material de Terraza 1 y Terraza 2 en cambio de nivel.....	83
Imagen 6 Secciones transversales sobre el mapa topográfico de la concesión minera.....	84
Imagen 7 Perfil transversal en función al corte A- A´	86
Imagen 8 Extracción de material pétreo del río.....	88
Imagen 9 Ancho de la plataforma de trabajo (metros).....	92

Imagen 10 Geometría y dimensión de los bancos de trabajo y de liquidación	93
Imagen 11 Descripción de la operación minera: extracción, cribado, acopio, cargado de material, comercialización, transporte.	105
Imagen 12 Taludes internos de trabajo que presentan ángulos de inclinación de 80° a 85°	110
Imagen 13 Topografía, elevaciones que rodean a la gravera y que presentan cobertura vegetal.	110
Imagen 14 Vía interna de ingreso con un ancho transitable de 1.84 m., con cobertura vegetal avanzada.....	111
Imagen 15 Límite de velocidad máxima de circulación en las vías internas de la gravera que es de 10 km/h.....	112
Imagen 16 Longitudes críticas de pendientes de diseño para un camión típico supuesto de 120 kg/Kw.	113
Imagen 17 Plataforma de trabajo ubicada a 2172 m.s.n.m., a 1 m. sobre el nivel del río, que tiene en promedio un ancho 100 m. de radio.	115
Imagen 18 Infraestructura que puede ser usada como oficinas, espacio de comunicación, atención a emergencias y salvamento.....	116

RESUMEN

Al ser la Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SSO) tan amplia y que involucra varios parámetros a considerar, es importante indicar que en el presente estudio en la Concesión Minera Caizan las variables son:

1. Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y se encuentre a satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes.
2. Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.

Para dar solución a estas variables presentes a través del tiempo y durante la actividad de extracción, se plantea sugerencias técnicas basadas en estudios relevantes que con sus aportes ayudan a dar solución al Planteamiento del problema. Partiendo de un adecuado diseño de explotación dimensionado acorde a las características topográficas, geológicas o litológicas, cantidad de producción, tipo de maquinaria utilizado e índices de seguridad, que si los desarrolla de forma planificada mantendrán la estabilidad de los trabajos mineros y prevendrá la generación de posibles incidentes y accidentes de trabajo, en los cuales se puede ver involucrada la seguridad física del personal, la afectación a equipos y a la infraestructura de la gravera.

Para lo cual es importante aplicar un adecuado diseño de extracción y medidas de seguridad, a través de un sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SSO), el cual conlleve a tener prácticas adecuadas en la extracción de los materiales de construcción que son los materiales áridos y pétreos.

El estudio establece sugerencias técnicas, conclusiones y recomendaciones viables que la empresa puede considerar o adoptar enfocadas a preservar la estabilidad física de taludes, plataformas de trabajo, vías, y bermas de seguridad con lo cual se protegerá la integridad del personal, equipos e infraestructura de la empresa.

Las sugerencias, conclusiones y recomendaciones técnicas mencionan que antes de continuar con el desarrollo de extracción material, se realice una limpieza de las vías retirando la cobertura vegetal. Adecuar las vías internas acordes a las dimensiones seguras calculadas en el diseño de explotación, que es de 5 m. Las bermas de seguridad cercanas al pie del talud deben ser de 2,5 m. y 3 de m. sí se encuentran cercanas a los límites de las quebradas. Las pendientes de las vías internas calculadas para el transporte de volquetas de 12 m³ cargadas deben estar entre 3% y 4% porcentajes obtenidos en longitudes de vías de 200 m. a 300 m., la velocidad interna transitable debe ser de 10 km/h, acorde a la señalética marcada, se recomienda que exista un mantenimiento vial constante que

garantice operar los equipos de transporte de forma segura, minimizando el riesgo de accidentes.

Las dimensiones calculadas en la plataforma de trabajo son de 16 m. En la concesión minera hay plataformas que presentan espacios con radios mayores a 100 m., donde se puede ubicar stock mineral, zarandas o tamices, espacios para el reposo las volquetas y espacios de maniobra que permite el cargado y transporte. El adecuado mantenimiento de las plataformas de trabajo de igual forma debe facilitar la obtención del 100% de productividad de las volquetas que circulan.

Conservar los ángulos de taludes acorde a lo calculado para el tipo de material presente en la concesión que es de 60° , incluyendo la construcción de cunetas de drenaje calculada en el diseño de 0,50 m. El alcance máximo del brazo de la excavadora es 7,5 m. pero para no exigir este alcance a la maquinaria, en el diseño se propone dejar la altura de los bancos a 6 m.

Precautelar la vegetación que se ubica en los taludes internos y superiores con la finalidad de formar pantallas naturales que minimizan que las partículas de polvo salgan fuera de la gravera. Estas pantallas impiden el movimiento de corrientes fuertes de aire que erosionan rápidamente los taludes, y las raíces de la vegetación ayudan a sujetar el material de los taludes lo que ayudará a prevenir posibles deslizamientos y caída de material entre niveles, considerando además que la vegetación resguarda el paisaje donde se desarrolla la explotación.

Las sugerencias técnicas indican que, como un factor importante y motivante se debe capacitar al personal en medidas y acciones de seguridad y gestión ambiental, adecuar la infraestructura para oficinas con sistemas de comunicación, contar con espacios de atención a emergencias ambulatorias, prevención con equipos, botiquín e insumos de primeros auxilios, que también lo establece el (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020) y (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014).

El presente estudio determina que existe una buena señalética en la concesión minera la cual debe continuar, dotar de los equipos de protección personal adecuados (E.P.P.) o equipos de protección individual (E.P.I.): casco, gafas, tapones auditivos, chalecos reflectivos, guantes, ropa de trabajo manga larga, botas de seguridad, así como concientizar la utilización de protector solar, lavado de manos y alcohol frente a los riesgos que aún siguen presentes por la pandemia del COVID-19.

INTRODUCCIÓN

En el *Condominio Minero Caizan*, ubicado en el valle de Tumbaco al sur oriente del Distrito Metropolitano de Quito (ciudad de Quito) – Ecuador, se realiza actividad de recuperación de material poco cohesionado que corresponde a material de construcción (árido y pétreo).

Tabla 1 *Información de la Concesión Minera registrada en el Geoportal de Catastro Minero (Ecuador).*

Código catastral: 5995	
Nombre de la concesión	CAIZAN CHICO
Titular	SIMBAÑA RENGIFO XIMENA AGUSTINA
Fase del recurso mineral	EXPLOTACION
Tipo de solicitud	CONCESION MINERA
Fecha de inscripción	31/10/2001
Plazo (meses)	360
Provincia	PICHINCHA
Cantón	QUITO
Parroquia	TUMBACO
Mineral de interés	ARENA
Estado actual	INSCRITA
Superficie (Ha)	11,00

Tipo de mineral

MATERIAL DE CONSTRUCCION

Regimen

PEQUEÑA MINERIA

Información de la Concesión Minera Caizan, Autor: (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020)

Imagen 1 *Vista de la Concesión Minera Caizan*



Nota: Concesión Minera Caizan, identificada por el marcador de color azul; a su lado derecho se encuentra otra labor minera o gravera, Tomado de (Google Earth, 2020).

La importancia del problema es que labor minera se desarrolla en terrenos con pendientes topográficas abruptas que descienden hasta ubicarse en el lecho de río, actividad que se desarrolla por métodos de explotación a cielo abierto en gravera seca, en donde los taludes, vías, bermas de seguridad y plataformas de trabajo deben estar diseñadas de forma técnica y seguras, garantizando que las dimensiones y la estructura del terreno puedan soportar el peso de la maquinaria, su movimiento, el transporte y movilización de personal.

La mina debe contar con un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional que permita vigilar y monitorear la actividad minera a fin de despegar alertas para la toma de decisiones que garantice la protección del personal, infraestructura, protección de la maquinaria, equipos y accesorios.

Investigaciones previas como:

(Romeral Hernández, 2012) especialista jurídica en temas mineros menciona:

“La visión unitaria de la empresa, debe integrar: la planificación, coordinación, participación, control de la eficacia, la información y la formación del personal”
(p.1326).

La (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, 2018) señala:

La importancia de identificar el peligro, evaluar los riesgos para la seguridad y salud, y aplicar medidas para controlar el riesgo, manteniendo las prioridades:

Eliminación del peligro, Control del riesgo, Reducción del riesgo, En la medida que el riesgo persista suministrar equipo de protección personal. (p.71)

Además, otras investigaciones previas han sido base del sustento Legal Ecuatoriano; normado por él (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020), y definido en el *Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero*, actualizado en el año 2020 señala que, los titulares mineros deben realizar trabajos de explotación siguiendo disposiciones técnicas y legales mencionadas en dicho reglamento; resaltando las principales actividades que encaminarán a desarrollar un trabajo técnico y seguro:

- Generar y garantizar condiciones seguras y de salud en todos los espacios de trabajo,
- Ejecutar, vigilar y controlar de forma permanente la seguridad y salud en el trabajo,
- El profesional a cargo de seguridad y salud debe contar con recursos técnicos y económicos necesarios, contar con autonomía y línea directa de reporte a la máxima autoridad,
- Incentivar la participación de todos los integrantes de la empresa en relación con la seguridad y salud ocupacional,

- Precautelar la salud laboral y la integridad de los empleados; administrativos, de campo, clientes, colindantes, o terceros,

- Realizar recorridos de verificación de condiciones de seguridad y salud previo al inicio y durante la ejecución de actividades, por cada puesto de trabajo, recibir sugerencias de todo el personal y ejecutar acciones de mejoras,

- Proporcionar a los trabajadores ropa de trabajo, equipo de protección personal, en función de los riesgos en cada puesto de trabajo y de forma gratuita,

Para resolver la situación problemática que puede afectar el adecuado desarrollo del trabajo y operación de la labor minera se debe desarrollar un diseño de extracción de material de forma técnica y segura, donde las dimensiones de los taludes, vías, y plataformas de trabajo sean estables acorde a las características y al tipo de terreno presente en la concesión.

El presente trabajo de investigación señala de forma secuencial como se plantea resolver la situación problemática mediante la descripción de cada capítulo; en el *capítulo I* se aborda el título del tema, el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, la metodología, justificación y definiciones relacionados con el Plan de investigación, en el *capítulo II* se trata la Conceptualización y Bases teóricas de las variables y/o tópicos de estudio, Análisis comparativo y crítico de las bases teóricas, en el *capítulo III* se describe el Marco referencial,

características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno, medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías, y bermas de seguridad, tipo de maquinaria y sus características principales como peso y dimensiones.

El *capítulo IV* muestra los resultados del trabajo de investigación, la propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera, las dimensiones que guardan relación con la seguridad; la estabilidad física y geomecánica del terreno tanto de taludes, vías, bermas de seguridad, plataformas de trabajo y tipo de maquinaria acorde con el diseño de extracción, el *capítulo V* aporta con sugerencias técnicas con base en estudios complementarios relevantes que sustentan la investigación desarrollada y que se pueden implementar en el desarrollo de la extracción de material en el Condominio Minero Caizan.

CAPITULO I. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

1.1. Título del Tema:

Elaboración de una propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en una organización del sector minero, Condominio Minero Caizan, Tumbaco, Quito Ecuador.

1.2. Planteamiento del Problema:

El Condominio Minero Caizan realiza actividad de recuperación de material poco cohesionado que corresponde a áridos y pétreos, actividad que se desarrolla en terrenos con pendientes topográficas abruptas que descienden hasta ubicarse en el lecho de río, actividad desarrollada por métodos de explotación a cielo abierto en gravera seca, los cuales no se encuentran técnicamente definidos por lo que los parámetros críticos en el diseño de extracción se asocian a inestabilidad de los taludes, vías, bermas de seguridad y plataformas de trabajo que soporten el peso de la maquinaria además de otros factores de seguridad asociados a la actividad minera.

Si no se llega a determinar parámetros de diseño seguros en la estabilización de los taludes, vías, bermas de seguridad y en plataformas de trabajo a través del tiempo, la actividad de extracción incidirá en la generación de incidentes y

accidentes de trabajo en los cuales estará involucrada la seguridad física del personal, la afectación a equipos y la infraestructura de la gravera.

Es importante aplicar en el diseño de extracción medidas de seguridad, a través de un sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SSO), con prácticas adecuadas en la extracción de áridos y pétreos, reflejando mejores condiciones de trabajo, y a la vez se obtenga conclusiones y recomendaciones técnicas y viables enfocadas a preservar la integridad del personal, equipos e infraestructura.

1.3. Objetivos de la investigación:

1.3.1. Objetivo General:

- Elaborar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en el Condominio Minero Caizan, ubicado en el sector de Tumbaco, Quito - Ecuador.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Realizar un diagnóstico de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.
- Diseñar la propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.

- Establecer las métricas de control de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.

- Establecer los mecanismos de implementación de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.

1.4. Metodología:

1.4.1. Realizar un diagnóstico de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:

Resolver el Planteamiento del Problema identificado el diseño de extracción de la labor minera que debe estar asociado a los factores de diseño que preserva la seguridad y estabilidad de los taludes, vías, bermas y plataformas de trabajo que para el caso de estudio se encuentran contruidos sobre material poco cohesionado que soportan el peso de la maquinaria y equipos que realizan la extracción del material árido y pétreo:

1. Identificar las características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno.

2. Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad.

3. Identificar el tipo y número de maquinaria presente en la labor y sus características como dimensiones, peso vacío y con material, radio de giro entre otras dependiendo del tipo de maquinaria.

El diagnóstico permite identificar como se encuentra actualmente el desarrollo de la actividad minera en el Condominio Caizan.

1.4.2. Diseñar la propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:

Se enfoca al diagnóstico, medición y control de la estabilidad de los taludes, vías, bermas de seguridad y plataformas de trabajo:

- Identificar cuáles son los taludes, vías, bermas de seguridad y plataformas de trabajo que se encuentran acorde con el diseño de extracción, que presentan estabilidad física y geomecánica conforme a la maquinaria y equipos utilizados, y cuáles de ellos requieren acciones de control o medidas a fin de conseguir su estabilización.
- Elaborar un diseño de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la labor minera que permita determinar acciones de mitigación, control y generar recomendaciones técnicas viables a fin de preservar la seguridad del personal, equipos e infraestructura.

En las clases magistrales de (EP Neumann, 2020) se identifica:

Los riesgos hacen referencia a la combinación de la gravedad de un incidente y a la frecuencia con que este puede ocurrir dependiendo de su gravedad y frecuencia que pueden ser bajos, moderados, o críticos, siendo estos últimos los que pueden llegar a provocar una lesión grave o permanente, para lo cual se debe analizar: ¿Qué tan grave puede ser? y ¿Con qué frecuencia puede ocurrir?

1.4.3. Establecer las métricas de control de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:

En las clases magistrales de (EP Neumann, 2020) se establece:

Analizar la información para establecer medidas adecuadas para prevenir y controlar riesgos en el ambiente de trabajo a fin de proteger la salud de los trabajadores, y su aplicación efectiva, mediante la implantación de estrategias tanto de vigilancia como de control.

Identificar los riesgos y definir controles incluso antes de realizar evaluaciones cuantitativas. En algunas ocasiones, puede ser necesario sustituir el concepto clásico de *identificación-evaluación-control* por el de *identificación-control-evaluación*, o incluso por el de *identificación-control*, si no existen recursos para evaluar los riesgos.

Identificar los peligros que pueden influir en la salud, la necesidad de aplicar controles de prevención y mitigación, y realizar evaluaciones cuantitativas con la participación de todo el personal.

Clasificar las medidas de control: controles técnicos, prácticas de trabajo y medidas personales.

Identificar controles técnicos que eviten las exposiciones profesionales actuando en el ambiente de trabajo, enfocado a proteger a los trabajadores. Las medidas técnicas suelen exigir la modificación de algunos procesos o estructuras mecánicas.

1.4.4. Establecer los mecanismos de implementación de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:

- Realizar actividades de control o modificación en el diseño de taludes y sus ángulos, altura de bancos, modificación en el dimensionamiento de las vías de transporte y plataformas de trabajo de los que sean identificados y que presenten inestabilidades o riesgos.
- Identificar la posibilidad de realizar modificación a la fuente, a fin de mitigar o eliminar situaciones peligrosas. La fuente puede reducirse adoptando medidas o acciones de sustitución, modificación de procesos o equipos, protocolos de

desarrollo de actividades, uso de maquinaria y equipos de forma segura, para el desarrollo de actividades en la cantera se puede ejecutar mejoras como la optimización del diseño de explotación, las dimensiones calculadas para vías, taludes, plataformas de trabajo, espacios de maniobra de maquinarias, bermas de seguridad, respeto a los límites de velocidad entre otros.

1.5. Justificación:

Las clases magistrales de (EP Neumann, 2020) dan a conocer:

¿Por qué hacer prevención de riesgos?

A fin de promover la seguridad (seguridad industrial) y la salud de los trabajadores (higiene industrial), mediante: identificación, evaluación y control de los peligros y riesgos asociados al entorno laboral, además de fomentar actividades y medidas necesarias para prevenir los riesgos derivados del trabajo.

Además, en las clases magistrales de (EP Neumann, 2020) se menciona:

Las enfermedades profesionales, son aquellas producidas como consecuencia de las circunstancias psíquicas, físicas, químicas, geográficas, entre otras, que desarrollan los profesionales al realizar su trabajo.

El accidente de trabajo, es aquel que se produce, por fallo humano o de otra índole, durante la jornada laboral de una persona, así como aquellos accidentes

que tienen lugar en el trayecto del trabajador al puesto de trabajo o en el trayecto de vuelta del trabajo a su habitación.

Los siniestros laborales, suceden por diversas causas: Condiciones físicas del empleo, Falta de precaución del trabajador o de sus compañeros o superiores, Circunstancias ambientales, climatológicas, epidemiológicas, Maquinaria en malas condiciones o con fallas, Errores de comunicación o sistemas de información inadecuados, Organización del sistema de trabajo.

(EP Neumann, 2020) hace empeño en evidenciar:

La prevención de riesgos laborales, evalúa los riesgos de cada sector, empresa, y tipo de trabajo; trata de fijar las medidas para minimizar o evitar en cada caso los accidentes y enfermedades profesionales. En algunos casos se actúa sobre la empresa (medidas de prevención que afectan al centro de trabajo y a todos los trabajadores) y en otros, sobre el trabajador (medidas de prevención individuales, como la utilización de elementos de protección personal).

Si se ejecuta una adecuada gestión de la prevención de riesgos laborales, las organizaciones y los trabajadores tomarán la delantera a los riesgos y serán capaces de minimizar las bajas, accidentes y enfermedades laborales. Una buena prevención de riesgos laborales consigue minimizar los daños y también es clave para el bienestar de los empleados y la mejora de la productividad;

además de ser: un deber moral, una exigencia legal y una responsabilidad social.

Las clases magistrales de (EP Neumann, 2020) definen:

1.6. Definiciones:

Riesgo, es la combinación de un índice de gravedad y de un incidente, además de la frecuencia con la cual puede ocurrir; los riesgos pueden ser *bajos, moderados, o críticos*; los riesgos críticos pueden llegar a provocar una lesión grave o permanente.

Identificación de Riesgos, consiste en observar y analizar los factores que influyen en el desarrollo de incidentes y accidentes, plantear acciones de mitigación, controles y establecer acciones oportunas sobre las fuentes de riesgo y las vías de propagación; que siempre están presentes, las circunstancias en las que se presentan, la naturaleza de las fuentes y la posible magnitud de los efectos sobre la seguridad y salud ocupacional.

Observaciones de Seguridad, permite identificar el desarrollo del entorno de trabajo, los objetos que lo conforman, el uso que se le da a cada objeto, equipo o maquinaria apagada y funcionando, permite identificar de forma general a que

riesgos se encuentran asociados y estimar una posible afectación si se llega a manipular hasta intuir en los posibles daños que puede ocasionar.

Equipos de protección personal (EPP), o equipos de protección individual (E.P.I), son complementos y accesorios destinados para utilización del trabajador con el propósito de proteger o cubrir su piel y extremidades ante posibles incidentes y accidentes en presencia de objetos, equipos y maquinaria que rodea su lugar de trabajo, minimizando el riesgo que pueden amenazar su seguridad o salud. Aclarando que los EPP o EPI no eliminan los riesgos, pero si minimiza las consecuencias en situaciones de riesgo.

1.7. Alcances y limitaciones:

Realizar inspecciones técnicas que permitan identificar como se encuentra actualmente las condiciones de seguridad y salud ocupacional en el Condominio Minero Caizan, así como la identificación de posibles riesgos relacionados con la seguridad y salud ocupacional y definir cuáles son las propuestas que se pueden aplicar en la labor minera con la finalidad de mejorar la gestión de seguridad y salud ocupacional.

La concesión minera “CAIZAN CHICO”, código 5995, se encuentra ubicada en las parroquias: Tumbaco y Nayón, cantón: Quito, provincia: Pichincha, misma que cuenta con un título minero debidamente suscrito y protocolizado en el cual se

desprende que es una Concesión para Materiales de Construcción, el área en mención se encuentra inscrita en el Registro Minero Nacional.

El método de explotación planteado y con la que obtuvo la autorización metropolitana en la ciudad de Quito, es a cielo abierto, realizando una explotación de la plataforma norte con un banco descendente, con una altura de 6 m y ángulo de trabajo de talud de 60°.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se expone información de revisión bibliográfica considerable de autores que aportan con criterios técnicos fundamentados en investigación y que resaltan puntos clave relacionados a las variables principales planteadas con el presente estudio de investigación.

2.1. Conceptualización de variables y/o tópicos de estudio

Realizando una recopilación clave de la información abordada en el capítulo I, tenemos: La (CONCESIÓN MINERA “CAIZAN CHICO” CÓDIGO: 5995, 2020) se encuentra ubicada en las parroquias: Tumbaco y Nayón, cantón: Quito, provincia: Pichincha, misma que cuenta con un título minero que le permite aprovechar Materiales de Construcción (áridos y pétreos).

Los *clientes*, de la concesión minera son quienes firman contratos de operación que les faculta para realizar actividades de ingreso a la concesión, preparación de accesos, apertura y acondicionamiento de vías, desbroce de material vegetal, estéril y preparación de material aprovechable en stock apto para la comercialización. También posee *clientes* quienes compran y transportar el material de interés árido y pétreo para su utilización en construcción.

El Planteamiento del problema, indica que la recuperación de material se realiza en terrenos con material poco cohesionado mediante extracción a cielo abierto en

gravera seca sobre estos terrenos que además tienen pendientes topográficas abruptas que descienden hasta ubicarse en el lecho de río. Labor minera cuyo diseño actual no se encuentra técnicamente definido por lo que los parámetros críticos en el diseño de extracción se asocian a la inestabilidad de los taludes, vías, bermas de seguridad y plataformas de trabajo que además deben soportar el peso de la maquinaria que transita sobre él, además factores de seguridad y salud asociados a esta actividad minera.

Cabe aclarar que el asesor técnico actual (Alvarado Contreras, 2021) quien labora desde el año 2020 hasta la presente fecha, ha planificado desarrollar un diseño de extracción con base en parámetros técnicos calculados y definidos que serán aplicados en la concesión minera con el fin de optimizar los procesos de extracción.

En apoyo a esta planificación, se ha dado las oportunidades para que en complemento se realice el presente estudio a fin de *Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado e implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera, en busca de la satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes.* Para lo cual las variables principales definidas en el presente estudio son:

1. Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y se encuentre a satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes.

2. Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.

Como aporte al sustento técnico se menciona el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero, expedido por el (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020) que manifiesta que los titulares de derechos mineros deben:

Garantizar condiciones seguras y saludables en todos los espacios de trabajo, asegurando el bienestar laboral y la protección de la salud física y mental de los trabajadores, contratistas, clientes, personal de visita o inspección. Dar al profesional de la salud atribuciones de liderar, controlar, vigilar y reportar ante la máxima autoridad el reporte de novedades y acciones inmediatas a ejecutar en apoyo de todo el personal y de todas las direcciones técnicas y administrativas de la empresa. (p.42)

Los profesionales de seguridad conjuntamente con su equipo de trabajo, personal de apoyo y cada trabajador de la empresa deben vigilar las condiciones de los puestos de trabajo, instalaciones, hospedaje, campamento, oficinas, labores de campo entre otras que formen parte de la empresa acciones y medidas a ejecutar que preserven la salud laboral y la integridad de todos los colaboradores de la empresa; previo al inicio de sus actividades y durante el desarrollo de estas. (p.42)

En caso de detectarse fallas, incumplimientos, situaciones de peligro o riesgo, cada persona puede reportar la situación a su jefe o autoridad competente en tema de seguridad, a su vez los responsables están en la obligación de no autorizar o suspender las actividades hasta que los riesgos, las malas prácticas o la actividad que se desarrolle sean corregidos. (p.42)

El personal directivo debe autorizar al personal administrativo los recursos técnicos y económicos necesarios para la gestión de seguridad y salud en el trabajo y vigilancia epidemiológica ocupacional; así como dotar a los trabajadores de ropa de trabajo y equipos de protección adecuados, en cantidad y calidad óptimas, en función de los riesgos asociados a cada puesto de trabajo. Realizar controles de cumplimiento tanto de las actividades permitidas, así como, las prohibiciones establecidas en el reglamento interno de trabajo. (p.58)

Tabla 2 Requisitos de seguridad y salud en el trabajo del ámbito minero en función de la cantidad de personal en pequeña minería.

Número de trabajadores	Servicio de Seguridad y Salud	Función	Requisitos	Servicio de Salud Ocupacional y Asistencial		Requisitos	Cumplimiento obligatorio
				Función	Requisitos		
1 - 10	1 profesional o especialista externo en SST	Planificación, desarrollo, asesoramiento y seguimiento.	Título de tercer o cuarto nivel en STT registrado en SENESCYT.		Planificación, asesoramiento, implantación de programas.	Título de cuarto nivel en SST o Medicina.	Gestión preventiva en los términos del artículo 7 del presente Reglamento. Justificar técnicamente los requisitos considerados como no aplicables.
		Ejecución de estudios específicos: higiénico, ergonómico, psicosociales	Mínimo 2 años de experiencia en minería o en industrias de alto riesgo. Mínimo 1 visita mensual documentada	Medio externo	Vigilancia de la salud ocupacional y salud general. Exámenes médicos ocupacionales	Mínimo 2 años de experiencia en minería o industrias de alto riesgo. Mínimo 1 visita mensual documentada	

						Todo el personal deberá estar capacitado en Primeros Auxilios por Cruz Roja Ecuatoriana o entidades acreditadas a SETEC
		Trabajador con nivel de supervisor con conocimientos			Casa de salud	
2 delegados de SST (1 por turno) En nómina	Ejecución de directrices dadas por Especialista o profesional externo en SST	demostrables en SST (mínimo 40 horas de capacitación en SST en cursos dictados en los últimos 5 años por entidades acreditadas a SETEC o en instituciones de educación superior)	Convenio con casa de salud para atención médica	Atención médica general Atención de emergencias	más cercana con equipamiento básico para atención de emergencias	Nota: Hasta 10 titulares mineros con hasta 10 trabajadores podrán asociarse mediante convenios para contratar los servicios externos del Profesional en SST y Profesional Médico Ocupacional

Requisitos de seguridad y salud en el trabajo del ámbito minero en función de la cantidad de personal de los titulares mineros Autor (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020)

Tabla 3 Requisitos de seguridad y salud en el trabajo para contratistas y subcontratistas mineros en función de la cantidad de trabajadores bajo relación de dependencia.

Número de trabajadores	Servicio de Seguridad y Salud	Función	Requisitos	Servicio de Salud		Cumplimiento obligatorio	
				Ocupacional y Asistencial	Función		
1 - 10	2 delegados de SST (1 por turno) En nómina	Cumplimiento de políticas, estándares y procedimientos establecidos por el Titular de derechos mineros (contratante).	Trabajador con nivel de supervisor con conocimientos demostrables en SST (mínimo 40 horas de capacitación en SST en cursos dictados en los últimos 5 años por entidades acreditadas).	Titular de derechos mineros proveerá atención médica general con cargo al contratista.	NA	NA	identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecimiento de controles para todas sus actividades en referencia al entorno real de trabajo. Procedimientos mínimos Procedimientos específicos de acuerdo con el giro de negocio.

Plan de respuesta a emergencias y contingencias

Plan de evacuación médica.

Todo el personal deberá estar calificado y certificado en los casos que corresponda, de acuerdo con la legislación ecuatoriana y políticas de cada titular minero.

Todo el personal deberá estar capacitado en primeros auxilios por la Cruz Roja Ecuatoriana o entidades acreditadas a SETEC Equipo de protección personal y equipos de seguridad suficientes para el desarrollo de sus actividades y para mantener stock de recambio.

NOTA: En caso de que las actividades se lleven a cabo en sitios remotos, el contratista deberá contar con los servicios de 1 paramédico por turno

Requisitos de seguridad y salud en el trabajo para contratistas y subcontratistas mineros en función de la cantidad de trabajadores bajo relación de dependencia Autor (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020)

A fin de esclarecer términos expuestos en la Tabla 1 y 2 con relación al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en el Ámbito Minero (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020) se define:

“Profesional en Seguridad, debe tener título de tercer o cuarto nivel en materia de seguridad y salud en el trabajo, registrado en SENESCYT. Referencia: Ley Orgánica de Educación Superior, artículo 118, literal b” (p.51).

“Especialista en Seguridad, debe tener título de cuarto nivel en materia de seguridad y salud en el trabajo, registrado en SENESCYT. Referencia: Ley Orgánica de Educación Superior, artículo 118, literal c” (p.51).

“Delegado de Seguridad y Salud, debe ser trabajador de la empresa, designado por el titular minero y/o representante legal del contrato de operación, con nivel de supervisión y conocimientos demostrables en seguridad y salud en el trabajo” (p.51).

El *Reglamento Ambiental de Actividades Mineras (RAM)*, expedido por él (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014), manifiesta que los titulares de derechos mineros deben:

Realizar monitoreo ambiental interno, mitigación ambiental, rehabilitación de áreas afectadas; estabilidad de piscinas, cortes o escombreras; remediación de suelos contaminados y monitoreo; recordando que la autoridad competente realiza muestreos en puntos importantes establecidos, controlar los parámetros físico-químicos según la actividad o fase minera y la frecuencia de las

mediciones que son reportados por la empresa minera es los estudios ambientales.

(Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014) indica que:

Se debe presentar a la autoridad ambiental informes de monitoreo y seguimiento semestral de las medidas ambientales reportadas en el Plan de Manejo Ambiental, de forma periódica aprobado para la Pequeña Minería, información que contiene: Las fases simultáneas de exploración y explotación; beneficio mineral y cierre. Los programas y proyectos de reparación o remediación ambiental previo a su ejecución deben estar aprobados, sin perjuicio de las acciones a tomarse inmediatamente después de cada incidente.

El (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014) en cuanto al diseño de explotación menciona:

Estabilizar taludes, preservar los cursos de agua, crear acciones de prevención y actuación ante riesgos ambientales como: hundimientos, inundaciones, deslaves, descargas de contaminantes y otros. Remediar los cursos de aguas superficiales y subterráneos, después de accidentes o incidentes en los que se hayan derramado sustancias químicas peligrosas. (pág.18)

Se debe desarrollar la remediación de pasivos ambientales que presenten riesgo inminente de contaminación o afectación a terceros; si se presenta análisis fisicoquímicos mayores a los que indiquen las normas vigentes en el

país o normas internacionalmente aceptadas, se debe proceder a la subsanación de la afectación o riesgo. (pág.18)

“Remover y/o remediar diques de contención, canales de desviación, escombreras, suelos contaminados”. (pág.18)

Los concesionarios mineros están en la obligación de recibir inspecciones ambientales a sus instalaciones, prestar facilidades para esta ejecución; permitir la toma de muestras y análisis de laboratorio; a criterio del personal técnico de la Autoridad Ambiental competente. Los resultados de las inspecciones constan en los informes técnicos, que de ser el caso dará inicio, al requerimiento de un Plan de Acción, Procedimiento Sancionatorio o a los Procedimientos de Regularización establecidos en la Normativa Ambiental. (pág.20)

“El Plan de Acción debe contener las medidas correctivas inmediatas, cronograma de ejecución, medio de verificación, responsable, presupuesto, entre otros; el cual estará sujeto al control y seguimiento por parte de la Autoridad Ambiental” (pp.20-21).

El desbroce de la vegetación debe considerar factores técnicos y ambientales para su remoción, se prohíbe la captura de la fauna silvestre y la tala innecesaria de la vegetación; si para este efecto se requiere la recolección de especies de

flora y fauna silvestre para trasladarlos a lugares seguros, se debe notificar y solicitar permiso a la autoridad competente. (pág.23)

Habilitar o crear vías de acceso necesarias que conecten al depósito de material, que permitan desarrollar actividades de exploración y explotación, el tamaño de las vías debe estar acorde con el tamaño de la maquinaria calculada para extraer la producción planificada; en exploración inicial se recomienda no tener vías mayores a 1,5 m. y para exploración avanzada no mayor a 6 metros, también se debe preservar el sistema natural de drenaje, sin obstaculizar o afectar a los cursos de agua temporales y permanentes existentes con el material removido que debe ser dispuesto en lugares autorizados. (pág.23)

Gestionar de forma clara la funcionalidad de los campamentos temporales o permanentes de forma que cuente con oficinas adecuadas y destinadas para la gestión de la seguridad industrial y salud ocupacional. Logística necesaria en beneficio de los colaboradores y clientes de la empresa: abastecimiento de agua de consumo, energía eléctrica, sistemas de comunicación de emergencia, espacio, insumos básicos para brindar primeros auxilios. De igual forma debe contar con tratamiento de aguas negras y grises, manejo y disposición final de los desechos sólidos, peligrosos y no peligrosos. (pág.24)

Planificar y ejecutar programas de información, capacitación y concienciación de seguridad y salud ocupacional, así como el cuidado del ambiente, la clave

es incentivar a todo el personal a participar y generar acciones claras desde sus puestos de trabajo, de esta forma se influye de forma directa o indirecta en la producción de la operación minera a fin de cumplir con las metas planificadas; adicionalmente se debe generar relaciones satisfactorias de la empresa y sus actividades con las comunidades. (pág.24)

El (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014) también señala de forma clara:

Prevenir y minimizar la generación de desechos desde la identificación de su origen; aplicar acciones de reutilización, reciclaje y tratamiento acorde al plan de manejo ambiental aprobado. Las escombreras, rellenos sanitarios, piscinas de disposición final, y rellenos de seguridad deben contar con un sistema adecuado de impermeabilización como geomembranas o geotextiles que controlen las infiltraciones de líquidos o sustancias que puedan afectar el suelo de la gravera, se debe crear canales para el control de lixiviados, realizar acciones de tratamiento y monitoreo acorde al tipo de desechos. (pág.25)

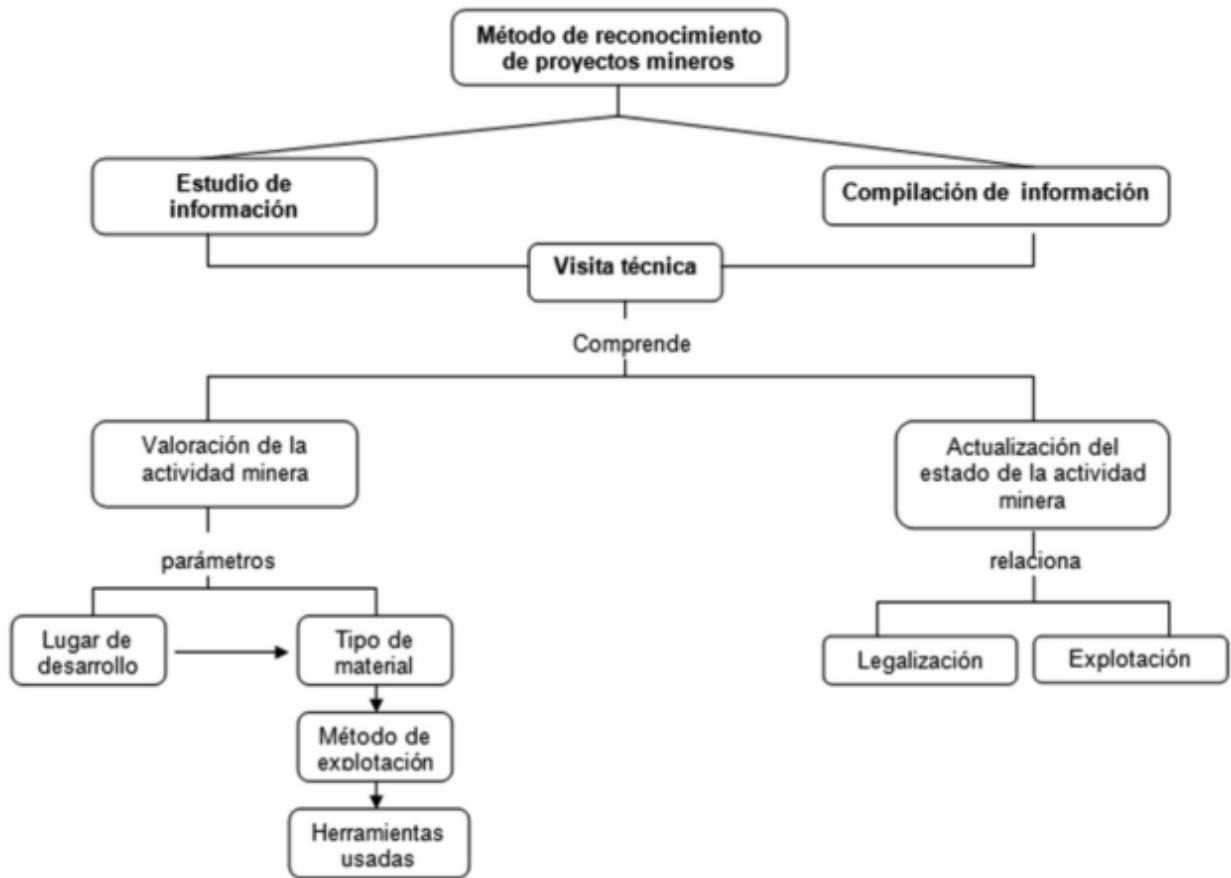
“Gestionar de forma adecuada la presencia de desechos corrosivos, reactivos, tóxicos, inflamables o biológico infecciosos que se generen durante el desarrollo de la operación minera” (pág.26).

2.2. Bases teóricas de las variables y/o tópicos de estudio

(Villa Posada & Franco Sepúlvera, 2012) muestran una metodología útil basada en 49 visitas técnicas de reconocimiento a proyectos mineros:

El proceso de la visita involucra aspectos como: el estado del desarrollo de la actividad minera y recomendaciones de manejo ambiental; estableciendo ante todo la legalidad de la labor evaluado mediante la verificación de la obtención de título minero vigente; estado de la concesión minera, permisos requeridos por la autoridad ambiental para el desarrollo de la actividad (Estudio de Impacto Ambiental, Plan de Manejo Ambiental y Licencia Ambiental). *Esta Metodología ha sido aplicada en el presente estudio.*

Imagen 2 Metodología de reconocimiento de proyectos mineros, que extraen principalmente grava, arena, arcilla.



Nota: Metodología de reconocimiento de proyectos mineros que extraen principalmente grava, arena, arcilla, Tomado de (Villa Posada & Franco Sepúlvera, 2012)

Tabla 4 Parámetros de evaluación y seguimiento a proyectos mineros, aplicado al Condominio Minero Caizan.

PARÁMETROS	EVALUACIÓN
Información general	Nombre de la concesión: CAIZAN CHICO,
	Titular: SIMBAÑA RENGIFO XIMENA
	AGUSTINA, Fase del recurso mineral:
	EXPLOTACION, Tipo de solicitud: CONCESION

	MINERA, Fecha de inscripción: 31/10/2001, Plazo (meses) : 360, Provincia: PICHINCHA, Cantón: QUITO, Parroquia: TUMBACO, Mineral de interés: ARENA, Estado actual: INSCRITA, Superficie (Ha): 11,00, Tipo de mineral: MATERIAL DE CONSTRUCCION, Regimen: PEQUEÑA MINERIA.
Sitio intervenido	Terrazas aluviales
Material extraído	Grava y arena
Herramientas utilizadas	Maquinaria pesada: excavadora, volquetas
Producción (m3 /día)	Ley de Minería permite para materiales de construcción aprovechar hasta 800 metros cúbicos por día para minería en terrazas aluviales;
Longitud canal intervenida	Según el perfil transversal topográfico corte A – A` la longitud intervenida es de 1000 metros.
Intervenciones/Afectaciones ambientales ocasionadas por la actividad	Creación de vías internas de transporte, taludes, bancos, plataformas de trabajo, sitios de stock de material de grava y arena.

Inclinación del terreno	Percepción del área con los siguientes grados de inclinación: de 0°-15°, 15°-40° y de 40°-90°.
Actividades observadas	Retiro de material vegetal; apertura de vías internas; acopio de estériles; y stock de material útil, indicios de sitios donde se ubicaban tamices o zarandas de clasificación de material, antiguo campamento u oficina; modificación del relieve.
Obras de control ambiental realizadas	Por abandono de actividades la vegetación ha vuelto a regenerarse creando pantallas naturales de retención de partículas de polvo y ruido, el apilamiento de roca en los taludes funciona como gaviones naturales o muros de contención; se prevé volver a realizar campañas de socialización del proyecto con la comunidad cercana una vez que se reinicien los trabajos de extracción.
Permisos y autorizaciones	1. Copia del registro único de contribuyentes, 2. Certificado de vigencia y gravámenes ARCERNNR, 3. Certificado emitido por la Unidad Ambiental Áridos (U.A.P) de estar al día en

obligaciones, 4. Justificación de cumplimiento de la normativa ambiental. 5. Secretaría del agua aprobación enero 2019, 6. Topografía general Caizan Chico, 7. Mapa Geológico Caizan, 8. Diseño de explotación e infraestructura a instalar, 9. Pago de Patentes de conservación, 10. Identificación y prevención de amenazas naturales y antrópicas, 10. Declaración juramentada realizada ante el notario conforme Art. 26. 11 ensayo de materiales.

Alguna de las

intervenciones y/o

afectaciones sobre los

recursos naturales,

observadas o inferidas, no

tiene un control adecuado

y/o es insuficiente la

medida implementada

Información que se detalla en el Capítulo IV

Resultados y Capítulo 5 Sugerencias.

Información de la Concesión Minera Caizan, Autor: Fuente propia, 2022. Modificado de (Villa Posada & Franco Sepúlvera, 2012)

2.2.1 Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y se encuentre a satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes:

(Rubio de Maya, 2017) define terminología para el desmonte y carga, arranque, transporte y diseño de explotación:

Desmonte y carga: conjunto de suelos y rocas que cubren el recurso a explotar, que normalmente se eliminan en una fase previa a la explotación propiamente dicha, en la operación denominada desmonte. Mediante esta operación se pretende llegar al nivel de explotación del recurso objeto de este proyecto realizando la retirada de la tierra vegetal estos materiales serán utilizados para el relleno de hueco generado y para la restauración.

Arranque: Se realizará con excavadora hidráulica. La selección del equipo de arranque queda condicionada por la altura de los bancos, en conjunto con los límites en cuanto capacidad de arranque de la excavadora Atendiendo a que los materiales en cuestión tienen poca cohesión, dada la experiencia, sería suficiente con la utilización de equipos con una fuerza de arranque de 100KN. Los equipos destinados a esta operación son una retroexcavadora.

Transporte: El material arrancado se descarga con palas mecánicas en lugares de acopio previamente seleccionados, para posteriormente ser cargados en camiones de transporte que lo trasladan a la planta de tratamiento.

Diseño de explotación: Consideraciones generales para la explotación: Altura máxima de los bancos de explotación, Altura del banco se establece a partir de: Dimensiones de los equipos de excavación y carga, Características del macizo rocoso, Exigencias de selectividad de la explotación.

(Rubio de Maya, 2017) menciona:

El condicionante para establecer la altura de banco es el equipo de carga y la altura máxima que alcanza el cucharón. Este criterio permite utilizar la pala o excavadora para sanear cualquier punto del frente y mantener unas condiciones de seguridad aceptables. *Criterio técnico que se aplica en el presente estudio.*

De igual manera (Avilés González, 2015) señala un punto importante:

Las mejoras en el diseño de las explotaciones influyen en la obtención de un mejor sistema de gestión de riesgos. La implantación de nuevos diseños, en canteras ya existentes, persigue el objetivo de la reducción de riesgos. Sin embargo, para influir íntegramente en el sistema de gestión de riesgos, estas mejoras hubieran debido ser determinadas desde el inicio del proyecto minero. *Criterio técnico que se aplica en el presente estudio.*

El trabajo presentado por (Avilés González, 2015) cita a Szymberski (1997) quien indica que la capacidad para influir en la seguridad de un proceso, es mayor cuanto

antes se tenga en cuenta la seguridad en el tiempo del desarrollo del mismo.
(pág.54)

- Pistas y accesos:

(Rubio de Maya, 2017) establece:

En el diseño de las pistas y accesos, deben considerarse los dos aspectos de trazado en *planta y perfil*, a fin de garantizar una circulación segura y sin dificultades en función de los tipos de vehículos que vayan a utilizarlos y la intensidad prevista de circulación. (p.37)

(Rubio de Maya, 2017) también señala cuatro aspectos importantes:

- El diseño de explotación llevará el acondicionamiento adecuado que permita el desagüe de las aguas de lluvia y se vigilará la no existencia de badenes (baches).
- La separación mínima entre el borde de las pistas o accesos y el pie del talud, no será inferior a 2 m. sobre terreno firme y cuando por ellos circule personal, esa distancia se aumentará hasta 5 m. como mínimo, constituyendo un arcén peatonal.
- Colocar señales indicadoras de límites de velocidad, que para el caso de estudio del autor; en vehículos cargados no excedan 25 Km/h, y en

vehículos sin carga 35 Km/h. Considerando las indicaciones óptimas de trabajo que aconsejan los fabricantes de los vehículos y maquinaria.

- Los caminos llevan una revisión minuciosa y constante, con el objetivo de que no existan baches, badenes, etc., que impidan la normal circulación.

En contraste con lo establecido por (Rubio de Maya, 2017) respecto a los límites de velocidad, para el caso de la Concesión Minera Caizan el diseño de extracción recomienda una velocidad permisible y segura de transporte de 10 Km/h, que se la refleja mediante la colocación de señalética a lo largo de la gravera.

- Dimensiones de pistas y accesos:

Además (Rubio de Maya, 2017) aplica:

Cálculos en función de la maquinaria utilizada en la explotación; donde se considera: Anchura de pistas: $A = a (0.5 + 1.5n) + s$; A = anchura total de la pista, a = anchura del vehículo más ancho que circule por la pista, n = número de carriles deseados = 1, s = sobreaño para el cruce de vehículos. (pág.38)

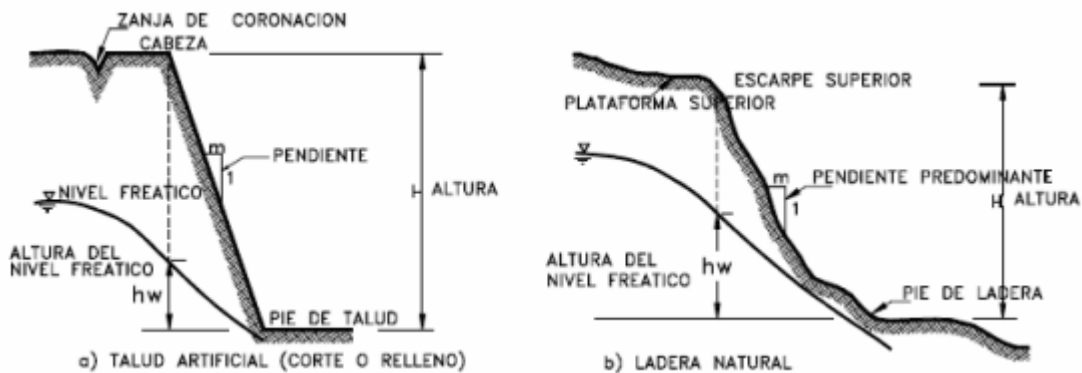
A diferencia de los cálculos presentados por el autor, en la concesión Minera Caizan se plantea aplicar la fórmula: $a =$ ancho del vehículo de transporte (m.), $n =$ número de carriles: $T = a * (0,5 + (1,5 * n))$; considerando además el ancho de la pila de material, espacio de maniobra de la excavadora, ancho de la vía y berma de seguridad.

- Estabilización de taludes:

El autor (John Soto, 2011) refiere:

“Las partes constitutivas de un talud, tomado del diagrama de Poblete (2006), en el que se describe la altura, pie, cabeza, nivel freático y pendiente de un banco” (p.2).

Imagen 3 Elementos constitutivos de un talud o ladera



Nota: Ejemplificación de los elementos constitutivos de un talud o ladera, Tomado de (John Soto, 2011), modificado de Poblete (2006).

Es así que (John Soto, 2011) describe cinco elementos constitutivos principales:

Altura: distancia vertical entre el pie y la cabeza, la cual se presenta definida en taludes naturales o artificiales, pero es complicada de cuantificar en las laderas debido a que el pie y la cabeza no son accidentes topográficos bien marcados.

Pie: sitio de cambio brusco de pendiente en la parte inferior del talud.

Cabeza o Escarpe: sitio de cambio brusco de pendiente en la parte superior del talud.

Altura de Nivel Freático: distancia vertical desde el pie del talud o ladera hasta el nivel de agua medida debajo de la cabeza o escarpe.

Pendiente: inclinación del talud o ladera. Puede medirse en grados, en porcentaje o en relación m/1, en la cual m es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical. Ejemplo: Pendiente: 45°, 100%, o 1H: 1V (p.3).

Se debe considerar que en las partes constitutivas de un talud también se encuentra presente factores topográficos que se requiere identificar como: dimensiones del banco de un talud, longitud, convexidad o nivel vertical, curvatura o nivel horizontal y área de la cuenca de drenaje; factores que influyen sobre el comportamiento geotécnico del talud. (p.3)

En contraste a (John Soto, 2011) en el Condominio Minero Caizan se describe un *Esquema simplificado de los parámetros geométricos finales de trabajo*; donde consta la información calculada en la gravera para: altura de banco, ángulo de banco, berma, ángulo de liquidación, plataforma de trabajo y número de bancos.

(John Soto, 2011) también menciona los factores de inestabilidad sobre el talud:

El material de suelo de la gravera que corresponde a material de diferente litología, diferente tamaño granulométrico y donde predomina material granular suelto, se observa que no existe ningún tipo de cementación o material que pueda producir adherencia, en donde el factor de unión entre materiales es igual a cero, a estos suelos se les denomina suelos no cohesivos, por tanto, se puede mencionar que son suelos inestables. (p.16)

Entre los factores de inestabilidad presentados por (John Soto, 2011) tenemos cuatro principales:

El agua de precipitación que fluye sobre el suelo, taludes y terreno de la gravera, afecta en gran medida la inestabilidad ya que va llenando los poros existentes entre el material de distinta composición litológica; en varios casos la influencia del agua por las fuertes lluvias que pasa por los suelos impermeables y otros permeables de la gravera lava y transporta el material fino, aumenta el peso del material y erosiona el mismo creando inestabilidad sobre todo en espacios con poca vegetación que recubra los taludes. (p.16)

El viento o aire atmosférico cuando es muy fuerte, transporta las partículas finas de material limo y arenas finas que se encuentran secas en la gravera, generando también movimiento del material que se encuentra sobrepuesto sobre el material transportado por el viento, haciendo que se deslice una mayor cantidad sobre el talud, situación que se ve afectada en mayor cantidad si existe poca vegetación que con sus raíces sostenga el material. (p.17)

El movimiento de las fuerzas sísmicas aplicadas sobre las masas de suelo poco cohesionadas de las graveras secas potencia la disminución de la resistencia del suelo, debido a la vibración, que provoca que el material fino se deslice, se acomoda el material sobrepuesto, se reacomodan o aumenta la presión en los poros internos y superficiales especialmente en suelos limosos y arenas finas en los cuales se produce una disminución de la resistencia y se origina el fenómeno de licuación. (p.17)

La remoción de suelos y rocas por extracción, al generar un corte o extracción de material utilizando maquinaria se cambia las propiedades de estabilidad inicial natural, el suelo se mueve, se expande o se esponja al liberarse los poros poco cohesionados del material y la ausencia de cobertura vegetal extraída durante el desbroce influyen en la estabilidad del suelo. (p.17)

(John Soto, 2011) además, indica que:

Las causas más comunes de los factores de inestabilidad son: talud muy empinado por corte o relleno, exceso de presión de poros causado por niveles freáticos altos o interrupción de la trayectoria de drenaje, socavación debido a la erosión de agua superficial y pérdida de resistencia con el tiempo debido a procesos de reptación e intemperismo. (p.35)

Debido a estos factores de inestabilidad citados, se recomienda que el Condominio Minero Caizan conserve en gran medida la vegetación presente tanto al interior de la gravera en taludes que no se encuentren planificados su extracción en las fases

iniciales, así como se preserve la vegetación natural que se encuentra en los límites de la explotación.

Tabla 5 Tabla empírica de pendientes típicas utilizadas para taludes en cortes de carretera.

Material	Propiedades	Altura del corte (m)	Pendiente sugerida
Arena	Poco densa		1.5H: 1V a 2H:1V
		Menos de 5	0.8.H: 1V a 1.2H:1V
		5 a 10	1.H: 1V a 1.2H:1V
	Densa		
Suelo arenoso		Menos de 5	
	Poco Densa	5 a 10	1.H: 1V a 1.2H:1V 1.2H: 1V a 1.5H:1V
		Menos de 10	0.8.H: 1V a 1.H:1V
		10 a 15	1.H: 1V a 1.2H:1V
Mezcla de arena con grava y masas de roca	Densa		
	Poco Densa	Menos de 10	1.H: 1V a 1.2H:1V
		10 a 15	1.2H: 1V a 1.5H:1V

Pendientes típicas utilizadas en taludes de corte, Autor: (John Soto, 2011), modificado de Japan Road Association, 1984.

- Granulometría en estabilización de taludes:

(Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017) definen a la gravera:

Depósito aluvial, que se identifica por que los taludes están conformados por terrazas de material rodado, poco cohesionado, que presenta bancos a diferentes alturas, y de diferentes características litológicas, representadas por niveles estratificados, que a su vez están compuestos por detritos mal clasificados cuya granulometría varía desde cantos, gravas, arenas, limos y arcillas. (p.47)

Los ensayos de material realizado por (Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017) se realizaron de acuerdo a:

Normas y especificaciones A.A.S.H.T.O. T88, donde del tamiz Nro. 3 al tamiz Nro. 4 se considera grava, del tamiz Nro. 10 al tamiz Nro. 200 se considera arena, dentro de estos se especifica que del tamiz Nro. 10 al tamiz Nro. 40 es arena gruesa y del tamiz Nro. 40 al tamiz Nro. 200 es arena fina; el resto de material de residuos de tamiz se le denomina finos. (p.52)

Tabla 6 Resumen de porcentaje de material de una muestra total Nro. 1 según normas y especificaciones A.A.S.H.T.O.

Porcentajes según A.A.S.H.T.O. T88	
Cantos	4,81%
Grava	7,84%
Arena	14,19%
Arena gruesa	11,69%

Arena fina	2,50%
Finos	10,16%
Total	100%

Información de una muestra de material árido y pétreo, Autor: (Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017).

Los ensayos granulométricos ejecutados por (Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017) describen:

Características físico-mecánicas de material tipo *base* y material tipo *subbase*, que han sido comparados con el material presente en el Condominio Minero y cuyas características se encuentran acorde a las guías técnicas del (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2002) de Ecuador. La descripción físico-mecánicas del material arena fueron comparadas con los ensayos presentados por él (Laboratorio de Estructuras de Materiales y Sistemas Estructurales, Universidad Nacional de México, 2017).

(Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017) señalan:

Dimensiones para alturas y ángulos de dos taludes de una gravera acorde con el tipo de material presente; los ángulos de inclinación de los taludes respecto a la horizontal varían entre 30° a 90°, las distancias que existen entre las cotas del pie del talud se ubican de 11 a 13 metros de longitud y las alturas oscilan entre 2,50 y 7,00 metros. (pp.66-69)

Para el caso del Condominio Minero Caizan acorde con el tipo de material existente, se calculó que el ángulo para los bancos de trabajo es de 60° incluido el coeficiente de seguridad, para los bancos de liquidación el ángulo es de 42,28°, y la altura del banco de trabajo de 6,0 m.

2.2.2 Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.

(Gallegos Bayas, 2008) plantea:

Analizar las diferentes gestiones que se desarrollan dentro de una empresa minera, de forma que se identifique las posibles fallas y se las controle adecuadamente, teniendo un sistema de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo adecuado que cuide de la seguridad y salud tanto del personal que labora en las instalaciones y campo, así como la protección de las comunidades aledañas a los proyectos mineros. (p.42)

(Gallegos Bayas, 2008) señala puntos clave para la propuesta de *Diseño del sistema de gestión de la seguridad y salud*:

Gestión administrativa: Compromiso, participación, liderazgo, y gestión de recursos económicos enfocado a la seguridad y salud de los trabajadores de la empresa. (p.42)

Establecer una política de seguridad y salud: considerando el Instrumento Andino de Seguridad y Trabajo, Decisión 584, Capítulo III, Art. 11, literal a); acorde con las necesidades y tamaño de la empresa:

(Gallegos Bayas, 2008) propone:

Establecer una carta compromiso: firmada por el Directorio, gerente y empleados donde se describe claramente: mejoras constantes, implementar programas de reducción de riesgos, introducir sistemas para realizar trabajos seguros, proveer los recursos adecuados y necesarios, trabajar de una forma positiva conjuntamente con los empleados, desarrollar y mantener una cultura de seguridad y estimular estilos de vida sanos en el ambiente de trabajo, informar, instruir, y entrenar adecuadamente al personal en seguridad, asegurar la disponibilidad con profesionales competentes. (p.42)

La propuesta deberá ser tratada como una parte integral de las actividades principales desde el Directorio, gerentes, administración, colaboradores y contratistas; todos deberán cooperar en la realización y ejecución de la propuesta de política y deberán realizar sus actividades de forma sana y responsable para prevenir daños directos o indirectos. (p.44)

La política y su cumplimiento serán controlados y revisados por el Directorio mediante auditorías de seguridad como mínimo una vez al año, de esta forma se asegura una mejora continua del sistema y por tanto una mejor responsabilidad social corporativa. (p.44)

(Gallegos Bayas, 2008) además, establece:

Propuesta dentro de las actividades de explotación: Contar con un Reglamento de Seguridad Interna acorde al señalado por el Ministerio de Trabajo, tener procedimientos de actividades manuales, contar con reportes de accidentes e incidentes, así como el control del mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria, vehículos, y equipos. (p.55)

Implantación: Planificar y ejecutar reuniones semanales y mensuales donde se analice avances junto con datos de incidentes y accidentes; mantener periódicamente inspecciones de seguridad, mantener reuniones por áreas donde se comparta información de necesidades, sugerencias e ideas relacionadas con la seguridad y salud por puesto de trabajo, ejecutar charlas diarias y semanales con enfoque técnico, seguridad, salud, motricidad, y motivacionales de cinco minutos, investigar acciones de incidentes y accidentes, primordialmente aceptar reclamos internos y externos de clientes, y ejecutar auditorías internas concientizadas con la predisposición de adoptar medidas de mejora continua. (p.57)

Gestión Técnica: Clasificar las actividades del trabajo, analizar el riesgo: químico, físico mecánico y no mecánico, biológico, ergonómico, y psicosocial; evaluar peligros y riesgos de incidentes y accidentes, así como el grado de afectación. (p.63)

Gestión del Talento Humano: Organizar al personal, planificar la selección del personal con destrezas, conocimientos y fortalezas ante eventos relacionados con la seguridad y salud ocupacional, incentivar la formación, capacitación y promoción del personal y colaboradores en cada categoría profesional factores que influyen en mejoras directas e indirectas en la producción además de fortalecer el desempeño en las distintas áreas de la empresa, establecer sistemas eficientes de comunicación interna y administración, analizar y mejorar: los tipos de contratación, política salarial, negociaciones colectivas, control de Gestión de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, a fin de subsanar fallos, y hacer un autoexamen de todo lo mencionado. (p.42-77)

(Gallegos Bayas, 2008) analiza y concluye:

Los trabajos mineros fundamentales (preparación para arranque, arranque, inspección y saneo de frentes, carga, transporte de rocas mineralizada y roca estéril, vertido) constituyen el 33% de riesgos, seguido de la preparación de superficie de campo en la cantera (replanteo topográfico, recuperación de cobertura endémica, desbroce y destape, obras de drenaje; construcción de cunetas) el 29,6%, otros trabajos (mantenimiento de vías y accesos, mecánico, eléctrico, transporte o remolque de equipo pesado) el 21,9% y Trabajos mineros básicos (construcción de trincheras; vías; accesos, destape) con 15,5 % relacionado a los riesgos presentes levantados en la empresa minera. (p.130)

(Gallegos Bayas, 2008) indica:

“El mayor generador de riesgo es el físico-mecánico con 46.8 %, seguido de riesgo psicosocial con 20.2%, físico no mecánico con 12.4%, biológico con 11.4%, ergonómico con 5.7% y químico con 3.5%” (p.133).

“Del análisis de la calificación de los tipos de riesgos se obtiene mayor porcentaje para un tipo de riesgo tolerable con 52.8% seguido por un riesgo moderado con 31%, y un riesgo intolerable correspondiente al 1.1%” (p.137).

Si se ejecuta de forma adecuada la propuesta planteada (Gallegos Bayas, 2008), mediante procesos de verificación, auditorías o evaluaciones, se puede prevenir, disminuir o corregir los riesgos, con el objetivo de mejorar continuamente el ambiente de trabajo actividades que influyen directa e indirectamente en la mejora de los procesos como lo señalan ejemplos citados para el caso de Ecuador. (p.142)

- Establecer métricas de control de la propuesta de mejora.

(Vintró Sanchez, 2011) menciona:

El ciclo de mejora continua, también conocido como ciclo de Deming o ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar) que consta de cuatro fases:

Planificar: definir objetivos y metas, métodos adecuados, técnicas y responsabilidades (que, cuanto, quien, dónde como y cuando).

Hacer: llevar a cabo lo que se ha planificado, efectuando la oportuna formación.

Verificar: comparar los resultados obtenidos con los objetivos previstos. Si no se alcanza los objetivos volver a la planificación.

Actuar: extraer conclusiones con base en la experiencia adquirida en la fase de verificación y establecer nuevas propuestas hasta que la mejora se haya implantado y el proceso se haya consolidado. Se debe tomar las decisiones correspondientes y acciones correctivas, preventivas y estandarización. (p.47)

(Vintró Sanchez, 2011) señala que:

La aplicación de sistemas de mejoras de gestión concuerda con las encuestas disponibles a nivel mundial del año 2007; que sitúan a la gestión de calidad ISO 9001 en primer lugar, seguido de los sistemas medioambientales ISO 1400, posterior los sistemas de seguridad y salud OHSAS 18001. En escalas de implementación de mejoras en gestión de seguridad y salud valoradas de 1 a 5, siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta, respecto a mejoras empresariales. Los sistemas de seguridad laboral tienen una calificación media de 3,5. Señala que el tamaño de la empresa no es un factor decisivo para la implantación de sistemas de gestión, pues se refleja que hay un 50% de empresas pequeñas que han implementado sistemas y mejoras de seguridad y salud laboral. (p.20)

2.3. Análisis comparativo de las bases teóricas

En cuanto a la variable: *Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y se encuentre a satisfacción del Condominio*

Minero Caizan y de sus clientes, se cita autores que respaldan el uso de metodología, criterios y sugerencias técnicas acogidos, exhibidos y utilizados en el presente estudio relacionado con el Condominio Minero Caizan:

- La Metodología presentada por el autor (Villa Posada & Franco Sepúlvera, 2012) en base a:

“Información levantada en reconocimiento de proyectos mineros que extraen principalmente grava, arena, arcilla, así como los parámetros de evaluación y seguimiento a dichos proyectos mineros, resulta práctico, útil y se puede obtener gran información de interés técnico y administrativo” (pp.100-102).

- El criterio técnico señalado por (Rubio de Maya, 2017) indica:

La característica principal para establecer la altura de banco son las dimensiones de la maquinaria más grande presente en los trabajos mineros, para lo cual se contempla las dimensiones de la altura máxima que alcanza el cucharón de la pala o de la excavadora que limpian los frentes o taludes en las labores mineras, la referencia de estas dimensiones de los equipos en relación con las dimensiones del diseño de explotación permite mantener condiciones de seguridad aceptables en el tamaño y ángulos de los taludes. (p.36)

- El criterio de (Avilés González, 2015) señala:

Las mejoras en el diseño del sistema de explotación influyen en la obtención de un mejor sistema de gestión de riesgos. La implementación de nuevos diseños, en canteras ya existentes, persigue el objetivo de la reducción de riesgos. Para influir en el sistema de gestión de riesgos estas mejoras deben ser determinadas desde el inicio del proyecto minero. Las condiciones de seguridad y salud de un proyecto aumentan su eficacia si son consideradas desde las fases previas de inicio del proyecto. (p.23)

- Los criterios presentados por (Rubio de Maya, 2017) para:

El diseño de pistas y acceso tanto en el acondicionamiento de desagüe de aguas lluvia, el mantenimiento de las vías que impedirán que se formen badenes, la separación mínima entre bordes de pistas o accesos y el pie de talud que no deben ser inferiores a 2,0 m.; y si por esos espacios circula personal aumentará a 5,0 m., el establecer señaléticas de límite de velocidad de 25 km/h para vehículos cargados y 35 km/h para vehículos sin carga; generan un adecuado diseño acorde con la seguridad. En comparación con el Condominio Minero Caizan el límite de velocidad es de 10 Km/h en vehículos cargados y vehículos sin carga con lo cual se mantiene el control de la seguridad relacionado al sistema de transporte. (p.37-38)

- A diferencia de los cálculos presentados por (Rubio de Maya, 2017) quien: “calcula el ancho de las pistas” (p.38).

Para el caso del Condominio Minero Caizan se utiliza una fórmula similar:

a= ancho del vehículo de transporte (m.), n= número de carriles.

$$T = a * (0,5 + (1,5 * n))$$

- Además, para el caso del Condominio Minero Caizan se considera las definiciones técnicas presentadas por (John Soto, 2011) quien describe:

Partes constitutivas de un talud: Altura, Pie, Cabeza o Escarpe, Altura de Nivel Freático y Pendiente. Así como el Esquema simplificado de los parámetros geométricos finales de trabajo, donde consta la información calculada en la gravera para: *altura de banco, ángulo de banco, berma, ángulo de liquidación, plataforma de trabajo y número de bancos.* (p.2-4)

Adicionalmente, (John Soto, 2011) también define:

Los aspectos importantes para la estabilización de taludes; factores de inestabilidad: suelos inestables, agua de precipitación, viento o aire atmosférico, fuerzas sísmicas, descargue del talud, taludes empinados por corte y relleno, intemperismo.

- Definiciones técnicas mencionados por (Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017) definen:

“La composición de gravas aluviales, ensayos de material de cantos, gravas, arenas, limos arcillas, según la norma y especificaciones A.A.S.H.T.O. T88” (p.52-63).

En comparación con el Condominio Caizan se considera la descripción para el material tipo *base* y material *subbase* propuesta por (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2002) de Ecuador, para el material de arena se utiliza la descripción propuesta por él (Laboratorio de Estructuras de Materiales y Sistemas Estructurales, Universidad Nacional de México, 2017).

- (Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017) registran:

Medidas de alturas y ángulos en dos taludes definidos en la gravera acorde con el tipo de material presente: “Se observa que los ángulos de inclinación de los taludes respecto a la horizontal oscilan entre 30° a 90°, las distancias que existen entre las cotas del pie del talud se localizan de 11 a 13 metros de longitud y las alturas varían entre 2.50 y 7.00 metros”. Para el caso del Condominio Caizan acorde con el tipo de material existente se calculó que el ángulo para los bancos de trabajo es de 60° incluido el coeficiente de seguridad, para los bancos de liquidación el ángulo es de 42,28°, la altura del banco de trabajo de 6,0 m. (p.70)

En cuanto a la variable: *Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera*, se cita algunos autores que respaldan

el Diseño de una propuesta de mejora en la gestión de seguridad y salud ocupacional que respaldan la Metodología, criterios y sugerencias técnicas acogidos, exhibidos y utilizados en el presente estudio relacionado con el Condominio Minero Caizan:

(Gallegos Bayas, 2008) plantea:

Realizar un análisis de las gestiones dentro de la empresa, identificar falencias y llegar a controlarlas, la clave es revisar minuciosamente, la *gestión administrativa, gestión técnica, gestión de talento humano*, partiendo de un auto examen de todas las variables. Donde la atención para reducir riesgos debe centrarse principalmente en revisar y proponer opciones de mejora con el desarrollo de los trabajos mineros fundamentales que corresponde a un total de 33% de riesgos generados, seguido de preparación de la superficie de campo, mantenimiento de vías, mecánicos, eléctricos, transporte; desbroce, destape, drenaje, cunetas que corresponde al 29,6% de riesgos generados. (p.130)

Además, (Gallegos Bayas, 2008) señala:

El mayor generador de riesgo es el físico mecánico con 46,8% de riesgos, seguido del psicosocial con 20,2%. Los riesgos tolerables constituyen el 52,8%, seguido de riesgos moderados con 31%. Las actuaciones adecuadas a la gestión de seguridad y salud deben ser atendidas de forma continua, permitiendo que las mejoras se vayan perfeccionando. (p.133)

(Vintró Sanchez, 2011) menciona:

La aplicación del ciclo de mejora continua o las cuatro fases PHCVA: planificar, hacer, verificar, y actuar; aplicado a sistemas de seguridad y salud ocupacional. Esta implementación refleja una calificación de 3,5 en los resultados empresariales; siendo 1 la puntuación baja y 5 una puntuación alta, así mismo se recalca que de las empresas mineras estudiadas el 50% que ha implementado gestión de seguridad y salud corresponde a pequeñas empresas. (p.277)

2.4. Análisis crítico de las bases teóricas

Recapitulando la información presentada para la propuesta de mejora en la gestión de seguridad y salud ocupacional en el Condominio Minero Caizan, se parte de la normativa legal ecuatoriana en orden de jerarquía: Constitución, Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, Ley Minera, Ley de Gestión Ambiental, Reglamentos Generales, Código de Trabajo, Ley Orgánica de Justicia Laboral, Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, Decretos Ejecutivos y Acuerdos Ministeriales. Adicionalmente se ha realizado una revisión bibliográfica considerable de autores que resaltan puntos clave relacionados con las variables principales del presente estudio de investigación:

1. Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y se encuentre a satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes,

2. Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera.

En el análisis crítico de las bases teóricas, la normativa minera ecuatoriana en materia de seguridad y salud ocupacional, presentan disposiciones y sugerencias técnicas basadas en él (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020), y el (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014):

- Constitución de la República del Ecuador, menciona que las competencias de la seguridad minera les corresponden a los Sectores Estratégicos, Recursos Naturales, Ministerio del Ambiente, en relación con: derechos de la naturaleza, derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, prohibición de actividades extractivas de recursos no renovables en áreas protegidas,
- Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, contiene el "Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo",
- Ley de Minería y Reglamento General a la Ley de Minería, norma la seguridad minera que dispone que los titulares de derechos mineros tienen la obligación de preservar la salud mental, física y la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad e higiene minera industrial; Gestión Ambiental para inicio de proyectos mineros que

requieren: evaluación ambiental, prevenir, controlar, mitigar, rehabilitar y reparar los impactos ambientales y sociales derivados de las actividades mineras,

- Ley de Gestión Ambiental, establece la conservación del ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social,
- Código del Trabajo, se encuentra relacionado con los riesgos provenientes del trabajo, aseguramiento de trabajadores en condiciones que no presenten peligro para su salud o vida, prohibido toda clase de trabajo, por cuenta ajena, a los niños, niñas y adolescentes menores de quince años,
- Ley Orgánica de Justicia Laboral y Reconocimiento del Trabajo en el Hogar, establece que el Ministerio del Trabajo es el rector en la seguridad en el trabajo y la prevención de riesgos laborales,
- Ministerio del Ambiente, expide el Reglamento Ambiental de Actividades Mineras,
- Decreto Ejecutivo, aprobó el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo,

- Acuerdo Ministerial, se fundamenta en la aplicación práctica y efectiva de la medicina laboral, que tiene como objetivo fundamental el mantenimiento de la salud integral del trabajador, que deberá traducirse en un elevado estado de bienestar físico, mental y social del mismo,

Además, en relación con la *Conceptualización de variables, Bases teóricas de las variables* y al *Análisis comparativos de las variables*; expuesto por autores que respaldan de forma metodológica, técnica, medible, empírica y de muestreo, análisis en campo y de laboratorio la información del presente en el *Análisis crítico*, se considera además de gran importancia la información expuesta por el (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020), y el (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014) que menciona:

Las acciones mínimas, preventivas y de control, el diagnóstico, cuidados, registros de información, acciones de seguimiento y evaluación de salud ocupacional relacionadas a las variables identificadas en el presente estudio, presentadas en las siguientes tablas;

Tabla 7 Acciones mínimas, preventivas y de control que debe considerar el Condominio Minero Caizan.

<p>Acciones y procedimiento mínimos a ejecutar:</p>	<p>a) Implementar rutas y procedimientos de ingreso y salida de seguridad en labores mineras, en casos de emergencias; controlar el ingreso y salida de personas y equipos aplicando sistemas de comunicaciones.</p>
---	--

	<p>b) Mantener el orden, limpieza y mantenimiento de zonas de trabajo, vías, taludes, zanjas, cortes, sitios de disposición de material estéril, material de interés económico, drenajes.</p> <p>c) Almacenar, vigilar y controlar sustancias peligrosas, generar un protocolo de transporte, almacenamiento y su utilización; incluyendo bodegas de almacenamiento y laboratorios.</p> <p>d) Contar con un cronograma de operación y de mantenimiento de equipos livianos, pesados, rotativos, eléctricos, mecánicos, electromecánicos, neumáticos, etc.</p> <p>e) Identificar riesgos en trabajos en caliente, en alturas, en espacios confinados, izaje de cargas; así como realizar la prevención de riesgos físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales.</p>
--	--

<p>Acciones preventivas y de control:</p>	<p>a) Informar, comunicar, capacitar, concientizar a todo el personal los riesgos asociados a cada puesto de trabajo, así como sus responsabilidades y obligaciones.</p>
---	--

	<p>b) Elaborar un Plan de entrenamiento y capacitación interna y externa sobre riesgos específicos por cada puesto de trabajo.</p> <p>c) Implementar regulaciones internas de confidencialidad de información relativa a la salud de los trabajadores y la utilización de esta información bajo consentimiento informado.</p> <p>d) Elaborar programas de atención médica que incluya recomendaciones a la salud.</p>
<p>Acciones preventivas en peligros y riesgos:</p>	<p>a) Establecer planes de vigilancia, control y aceptación de recomendaciones de todo el personal por cada puesto de trabajo.</p> <p>b) Implementar programa de control de riesgos críticos, riesgos asociados a maquinaria y equipos, movimiento de terreno, energías peligrosas: ruido, vibraciones, radiaciones, iluminación, exposición a polvo, humos, aerosoles; condiciones térmicas, factores ergonómicos, entre otros.</p> <p>c) Comunicar, vigilar y controlar la utilización de equipo de protección personal.</p>

<p>Acciones preventivas en accidentes:</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) Elaborar planes de utilización y mantenimiento de equipos, maquinaria, instalaciones, tráfico vehicular para superficie. b) Implementar pasos peatonales, bermas de seguridad, señalización de áreas, cerramientos, entre otros. c) Elaborar planes de seguridad para izaje y movimiento de cargas, utilización de herramientas y equipos manuales. d) Mantener el orden y limpieza en espacios de trabajo.
<p>Acciones y respuestas ante emergencias:</p>	<ul style="list-style-type: none"> a) Evaluar los riesgos de accidentes mayores, análisis de vulnerabilidades, amenazas, plan de contingencia, programas de entrenamiento de primera respuesta b) Ejecutar reclutamiento, selección, conformación, entrenamiento y evaluación de brigadistas para respuestas especializadas ante emergencias c) Ejecutar inspecciones y mantenimiento de instalaciones, vehículos, equipos, implementos y materiales. d) Ejecutar planes de simulacros.

Acciones preventivas y de control en seguridad, Autor, modificado de: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020).

Tabla 8 Diagnóstico, cuidados, registros de información, acciones de seguimiento y evaluación de salud ocupacional.

<p>Diagnóstico de enfermedades ocupacionales y de trabajo:</p>	<p>a) Identificar puestos de trabajo expuestos a factores de riesgo que pueden causar enfermedades, realizar protocolos de diagnóstico de enfermedades ocupacionales, reportes de aviso de enfermedad ocupacional y accidentes de trabajo a las entidades de control, implementar la reinserción laboral para trabajadores con enfermedades ocupacionales o incapacidades por accidentes de trabajo.</p>
<p>Cuidado de la salud general y servicios curativos:</p>	<p>a) Ejecutar Programas de inmunizaciones, salud pública, facilitar Servicios de salud general, capacitación en higiene personal, promoción de estilos de vida saludables, rehabilitación y direccionamiento para retorno al trabajo.</p>
<p>Registro de información y archivos:</p>	<p>a) Elaborar Políticas, estándares y procedimientos de resguardo de información, atenciones médicas, enfermedades y lesiones ocupacionales, exámenes de salud.</p> <p>b) Contar con documentación de programas preventivos y de control relacionados a la salud ocupacional</p>

Acciones de seguimiento y evaluación	<ul style="list-style-type: none">a) Ejecutar Programas de auditoría interna, inspecciones técnicas y administrativas, reportar e implementar gestión de actos y condiciones subestándar, investigar incidentes y accidentes, estadísticas sobre enfermedades ocupacionales y accidentes de trabajo.b) Analizar exposiciones, accidentes, enfermedades, ausentismo, desempeño de servicios o desarrollo de nuevos servicios.
--------------------------------------	---

Diagnóstico, cuidados, registros de información, acciones de seguimiento y evaluación de salud ocupacional, Autor, modificado de: (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020).

CAPITULO III. MARCO REFERENCIAL

Diagnóstico de la actividad minera que permite identificar como se encuentra actualmente el desarrollo de la actividad minera en el Condominio Caizan:

3.1. Características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno:

La concesión minera se encuentra en los depósitos aluviales del Río Machángara, al margen derecho. En este margen se observan dos terrazas, en el borde izquierdo se observa parte de una terraza antigua compuesta por material conglomerático no consolidado, sobrepuesto por una potente capa de ceniza limosa con desarrollo de abundante vegetación. Se observan estratos de arenas, cenizas volcánicas y material piroclástico intercalados al material pétreo aluvial conglomerado:

Imagen 4 Material pétreo aluvial y volcánico



Nota: Material areno – limoso levemente saturado de agua y con vegetación, presenta clastos de roca subangular de andesita piroxénica de composición basáltica en tamaños desde 1 mm a 1 m., denominado Terraza 1, ubicado en la cota 2174 m.s.n.m., 3 m. sobre el nivel del río, Tomado de fuente propia, 2022.

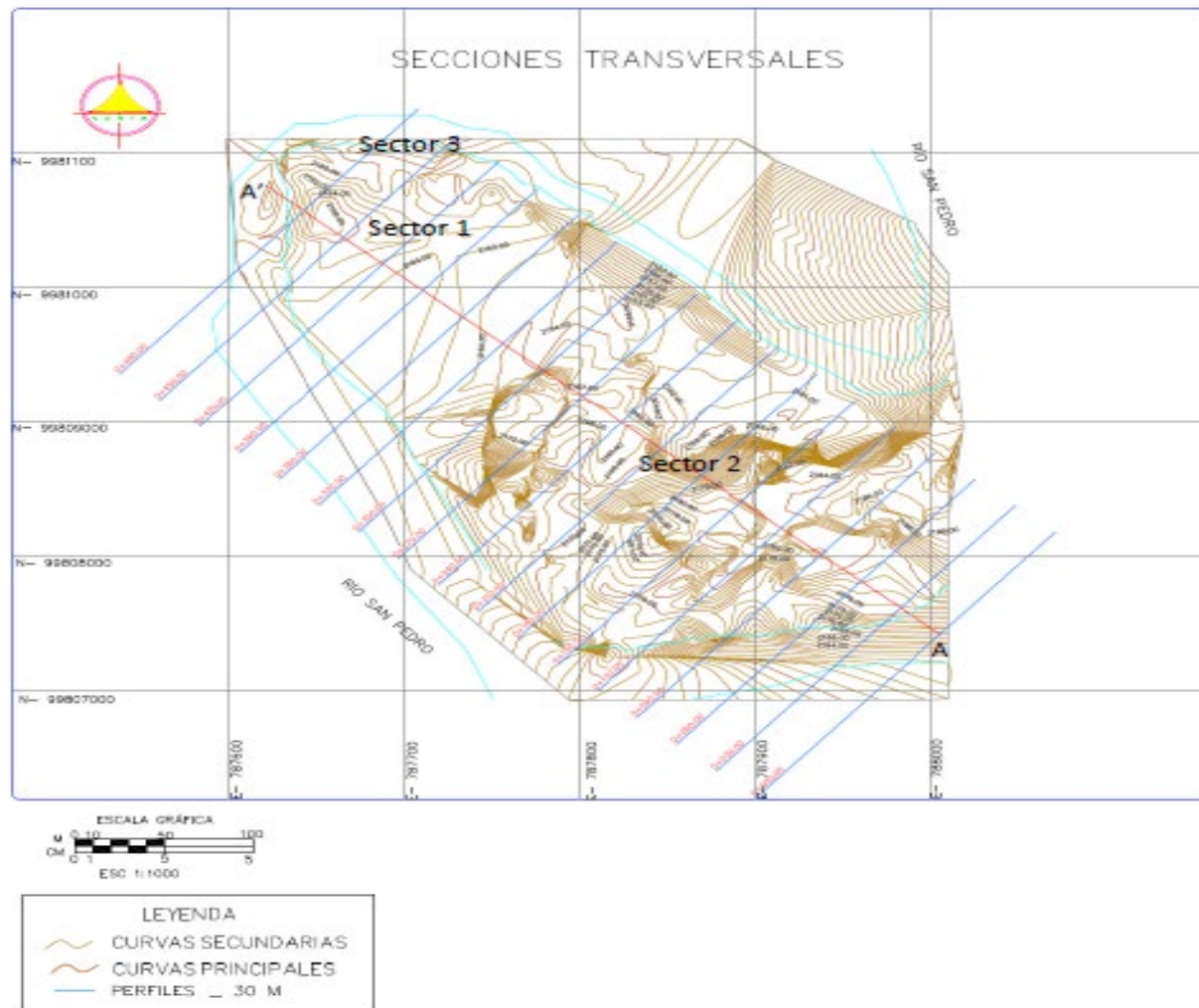
Imagen 5 *Material de Terraza 1 y Terraza 2 en cambio de nivel*



Nota: Material piroclástico intercalados con material pétreo aluvial, presenta clastos de roca subredondeados a redondeados, denominado Terraza 2, con una altura aproximada de 6 metros, se diferencia de la Terraza 1 debido al cambio de nivel (m.s.n.m.), Tomado de fuente propia, 2022.

Topografía:

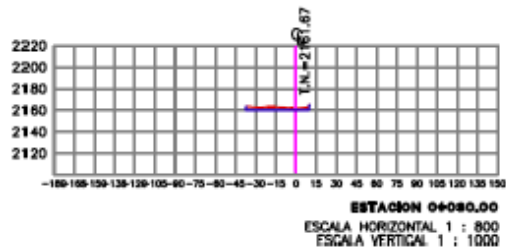
Imagen 6 Secciones transversales sobre el mapa topográfico de la concesión minera



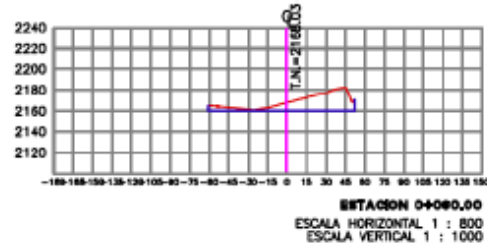
Nota: Mapa topográfico dibujado en Civil Cad, donde se muestra secciones de corte cada 30 metros, obteniendo 17 perfiles topográficos transversales, Tomado de *Informe de producción segundo semestre año 2020 Concesión Minera Caizan* (p.15), por (Alvarado Contreras, 2021).

Imagen 7 Perfil transversal en función al corte A-A'

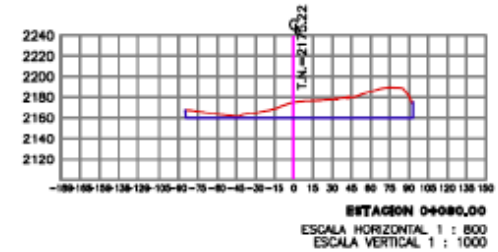
PERFILES TRANSVERSALES EN FUNCIÓN A CORTE A-A'



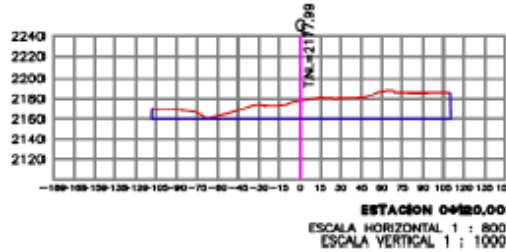
PERFIL 0+030



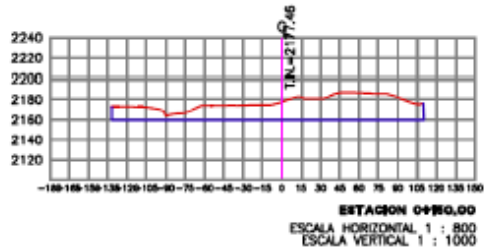
PERFIL 0+060



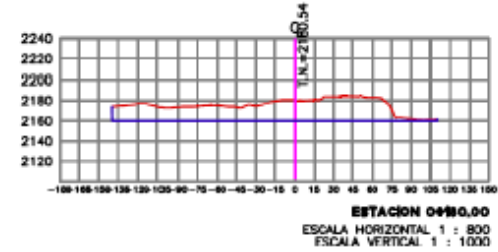
PERFIL 0+090



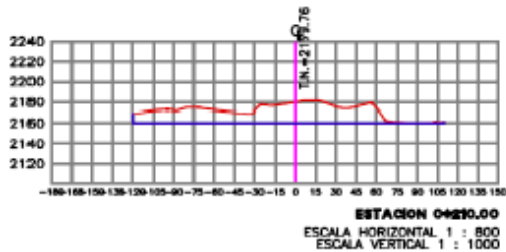
PERFIL 0+120



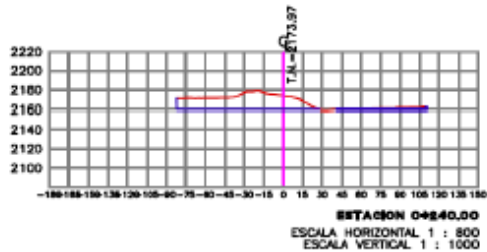
PERFIL 0+150



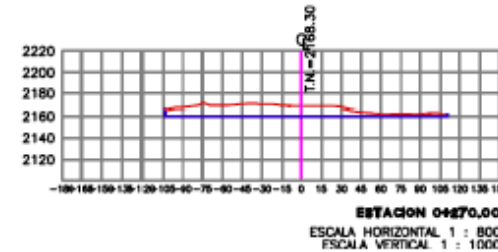
PERFIL 0+180



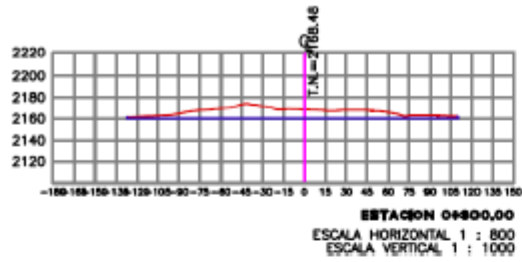
PERFIL 0+210



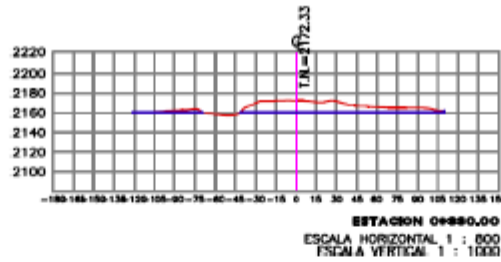
PERFIL 0+240



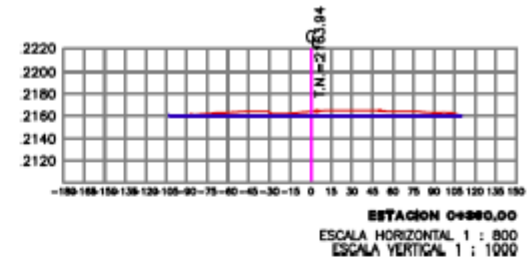
PERFIL 0+270



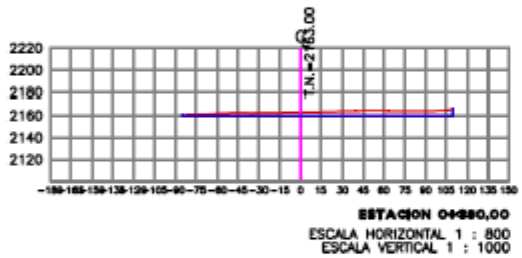
PERFIL 0+300



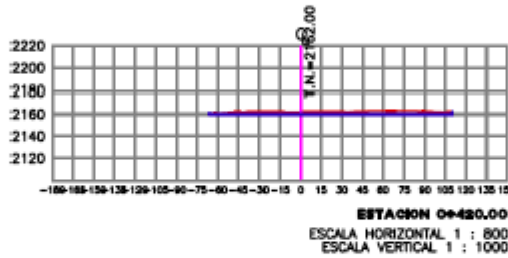
PERFIL 0+330



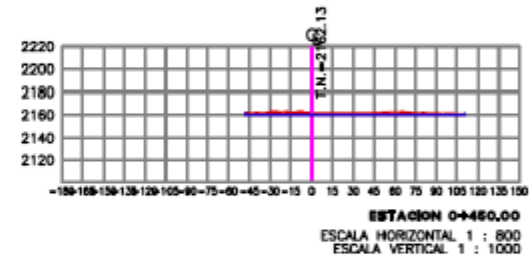
PERFIL 0+360



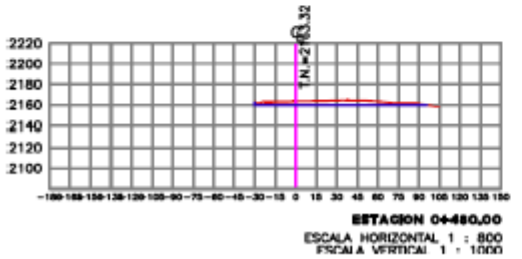
PERFIL 0+390



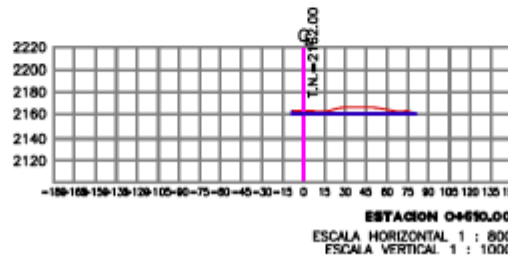
PERFIL 0+420



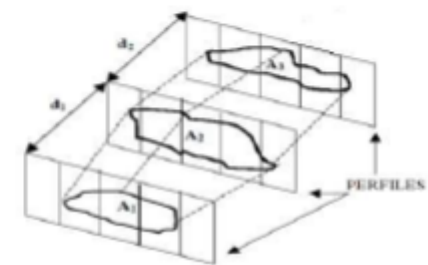
PERFIL 0+450



PERFIL 0+480



PERFIL 0+510



Método de secciones

Sobrecarga y cobertura de suelo vegetal:

Constituye una capa de potencia aproximada de 0,30 cm, es decir el material se encuentra en su mayor parte sin cobertura vegetal.

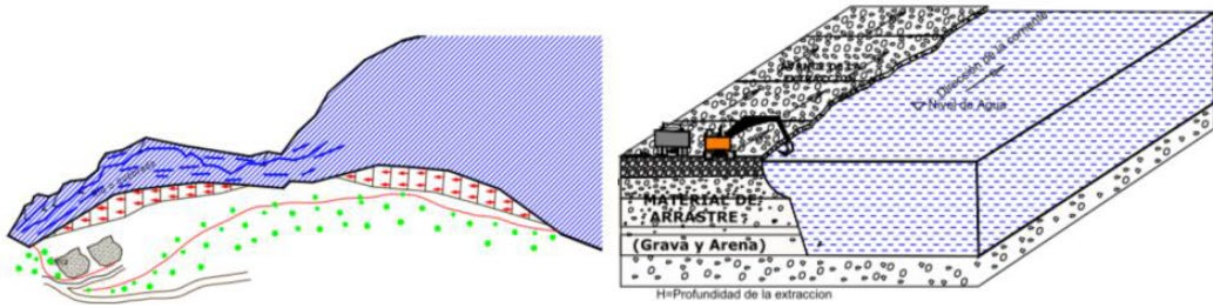
Sistema de explotación por bancos descendentes:

Método a cielo abierto, que por sus condiciones topográficas y propiedades físico-mecánicas y geotécnicas de la roca la dirección de extracción del material de la gravera o cantera es SW-NE (suroeste – noreste), mediante la aplicación de bancos descendentes hasta llegar al nivel del río, es decir desde bancos superiores ubicados en la cota 2185 *metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)* hasta bancos ubicados en la cota 2149 m.s.n.m., formando bancos con altura de 6 metros, realizando el destape y arranque inicial de la roca.

Sistema de explotación en el lecho de río:

Existe una fuente importante de material pétreo ubicado en el río y sus cercanías, los cuales serán extraídos mediante construcción de diques transversales, realizando en primer lugar extracción de material de las riberas mediante franjas perpendiculares a la corriente en sentido contrario a la dirección del cauce en cortes de hasta 2 metros de profundidad.

Imagen 8 *Extracción de material pétreo del río.*



Nota: Esquema simplificado de la forma de extracción de material pétreo del río, Tomado de *Informe de producción segundo semestre año 2020 Concesión Minera Caizan* (p.20), por (Alvarado Contreras, 2021).

3.2. Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad.

Ancho de berma de seguridad (Bs)

La berma de seguridad es el espacio horizontal que existe entre el filo de la cresta del talud y la vía por donde transita la maquinaria, que se diseña debido a la probabilidad que el peso de la maquinaria y sus vibraciones lleguen a ceder o colapsar provocando rotura en la cresta del banco y deslizamiento de roca. El cálculo del ancho de berma depende del ángulo y la altura del banco, este ancho puede ser mayor o igual a un tercio de la altura del banco:

$$Bs = \frac{1}{3} * Hb$$

$$Bs = \frac{1}{3} * 6 \text{ m.}$$

$$Bs = 2 \text{ m.}$$

Por efecto del factor de seguridad en el diseño y a fin de precautelar posibles incidentes laborales, el diseño de la berma de seguridad en los sectores de trabajo es de **3** metros.

Ancho de plataforma de trabajo (Bpt)

El diseño y las dimensiones de la plataforma de trabajo debe permitir transportar y maniobrar con giros de la maquinaria, las dimensiones de las plataformas de trabajo deben considerar el espacio desde el pie de talud, el ancho de las cunetas de conducción de agua, ancho de vía, ancho de protección o pila de material de la berma de seguridad y el ancho de la berma de seguridad hasta el talud del banco, entonces el cálculo del ancho de la plataforma será:

A= ancho de la pila de material (m.)

C= espacio de maniobra de la excavadora (m.)

T= ancho de la vía (m.)

Bs= berma de seguridad (m.)

$$Bpt = A + C + T + Bs$$

Ancho de la vía (T)

El diseño de la vía está en función de las dimensiones del equipo de transporte más grande. El ancho debe garantizar el normal funcionamiento y circulación del carguío y transporte del material:

a= ancho del vehículo de transporte (m.)

n= número de carriles.

$$T = a * (0,5 + (1,5 * n))$$

$$T = 2,5 * (0,5 + (1,5 * 1))$$

$$T = 5 \text{ m.}$$

Espacio de maniobra para el equipo (C)

Este espacio depende del radio del equipo de extracción (excavadora):

Ae= radio del equipo de extracción = 3,2 m. (revisado en el catálogo de la excavadora).

$$C = 1,5 * Ae$$

$$C = 1,5 * 3,2 \text{ m.}$$

$$C = 4,8 \text{ m.}$$

$$C \approx 5 \text{ m.}$$

El ancho de la cuneta de drenaje que va junto al pie del talud del banco tiene un ancho de 0,5 m.

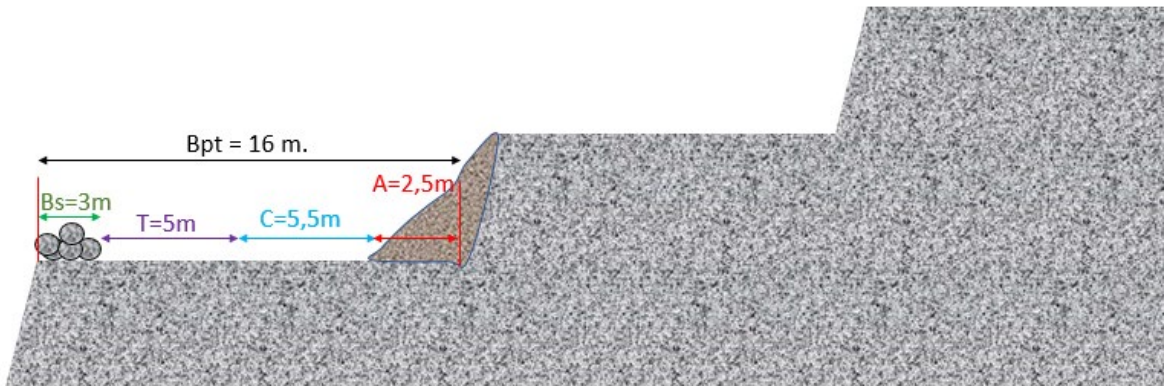
Los valores obtenidos; ancho de la cuneta de drenaje, espacio de maniobra, ancho de vía, se reemplazan en la ecuación del ancho de la plataforma de trabajo (Pt):

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

$$B_{pt} = 2,5 + (0,5 + 5) + 5 + 3$$

$$B_{pt} = 16 \text{ m.}$$

Imagen 9 Ancho de la plataforma de trabajo (metros).



Nota: Esquema simplificado del ancho de la plataforma de trabajo (B_{pt}), Fuente propia, 2022.

Ángulo final de liquidación del banco (β)

Para el cálculo:

β = ángulo de liquidación ($^\circ$).

h = altura del banco (m.)

\emptyset = ángulo de talud de los bancos de trabajo.

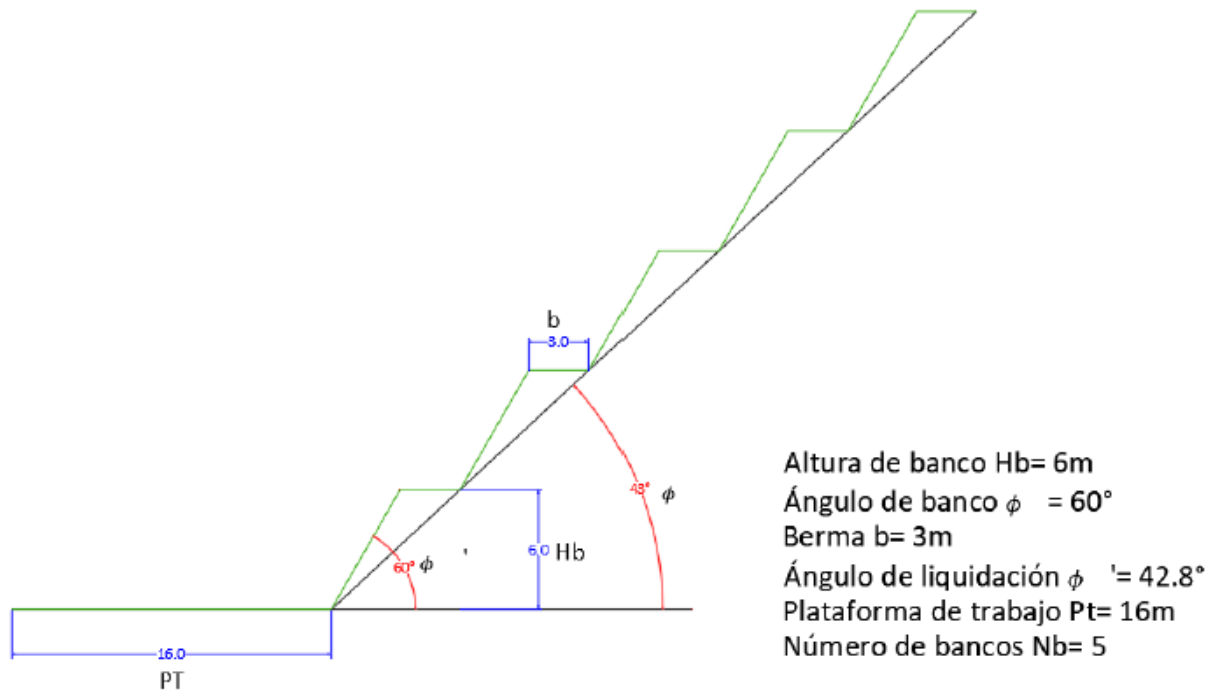
Bs= berma de seguridad (m.)

$$\beta = \arctg \left(\frac{h}{(h * \cot \phi) + Bs} \right)$$

$$\beta = \arctg \left(\frac{6}{(6 * \cot 60) + 3} \right)$$

$$\beta = 42,8^\circ$$

Imagen 10 Geometría y dimensión de los bancos de trabajo y de liquidación



Nota: Esquema simplificado de los parámetros geométricos finales de trabajo, Tomado de *Informe de producción segundo semestre año 2020 Concesión Minera Caizan* (p.23), por (Alvarado Contreras, 2021)

Profundidad de la cantera o gravera (Hc)

Es la profundidad que tendrá la gravera excavada desde la cota superior de la superficie y la cota del fondo de la gravera (hasta llegar al lecho del río). La parte más alta de la cantera se ubica a 2.185 m.s.n.m. y la parte baja hasta llegar al río tiene una cota de 2.149 m.s.n.m. dando como resultado que la profundidad máxima excavada visible de la gravera es:

$$H_c = 36 \text{ m.}$$

Ángulo de talud de los bancos (\emptyset)

(Protodyakonov, 1962) define:

“El ángulo de los bancos de trabajo se calcula utilizando los parámetros del coeficiente de resistencia y el ángulo de talud natural”.

Tabla 9 Tipo de roca presente en el Condominio Minero Caizan.

Clasificación del tipo de rocas				
Categoría	Grado de resistencia de la roca	Tipo de roca	Coefficiente de Resistencia (f)	Angulo de Resistencia Interna "B"
VI	suficientemente suaves	Esquistos suaves, calizas, cretas, sal gema, yeso muy suave, suelos congelados, antracita, margas corrientes, areniscas desmenuzadas, guijos cementados, suelos pedregosos.	2	63 26'

Tabla de clasificación del tipo de roca propuesto por el Autor: (Protodyakonov, 1962).

En relación al tipo de roca descrito en la Tabla 1 se calcula el valor del ángulo del talud mediante la fórmula:

$$\emptyset = \arctg (f)$$

\emptyset = ángulo del talud.

f = Coeficiente de resistencia (Protodyakonov, 1962).

$$\emptyset = \arctg (2)$$

$$\emptyset = 63.43^\circ$$

Para realizar el cálculo del *ángulo de talud de los bancos de trabajo* y de los bancos de liquidación:

$$\emptyset't = \left(\frac{\emptyset}{k}\right)$$

$\emptyset't$ = ángulo de talud de los bancos de trabajo y de los bancos de liquidación.

k = Coeficiente de seguridad o estabilidad para los bancos de trabajo o los bancos en liquidación:

Tabla 10 Elección del coeficiente de seguridad (k) en bancos de trabajo y en los bancos de liquidación.

Tiempo de servicio	Coeficiente de seguridad (k)
---------------------------	-------------------------------------

Corto tiempo hasta 1 año.	1.1 – 1.2
Periodo medio hasta 20 años.	1.2 – 1.5
Periodo largo más de 20 años	1.5 – 2.0
≥ 100 años	≥ 3.0

Tabla comparación del tiempo de servicio de los bancos de trabajo o los bancos de liquidación de la cantera o gravera versus el coeficiente de seguridad (k). Autor: modificado de (Protodyakonov, 1962).

(Protodyakonov, 1962) define:

Para el cálculo del ángulo de talud de los bancos de trabajo:

$$\vartheta't = \left(\frac{63.43}{1.1} \right)$$

$$\vartheta't = (57,66^\circ)$$

$$\vartheta't \approx 60^\circ$$

Para el cálculo del ángulo de talud de los bancos de liquidación:

$$\vartheta'l = \left(\frac{63.43}{1.5} \right)$$

$$\vartheta'l = 42,28^\circ$$

Altura de los bancos (Hb)

Se determina en función de la maquinaria a utilizarse y el tipo de material a extraer:

$$Hb = 0.9 * ab$$

Hb = altura del banco de trabajo (m).

ab = alcance del brazo de la excavadora (m).

(Equipos y Maquinaria CAT, 2020) tiene las siguientes características:

“La excavadora propuesta para realizar los trabajos de extracción de material es modelo 330 de marca CAT, que tiene un alcance máximo del brazo de 7.25 metros”.

$$Hb = 0.9 * 7.25 (m).$$

$$Hb = 6.52 (m).$$

La altura del banco de trabajo será Hb = 6.0 m., para no exigir el máximo alcance del brazo de la excavadora.

Número de los bancos (Nb)

El diseño de la gravera o cantera se calcula el número de bancos:

$$Nb = \left(\frac{Hc}{Hb} \right)$$

Hc = Profundidad de la cantera (m)

Hb = altura del banco (m)

$$Nb = \left(\frac{36}{6} \right)$$

$$Hb = 6 m.$$

Trabajo de saneado y limpieza en la gravera

La planificación de saneo en los sectores de extracción de material se los realizará utilizando una excavadora que arranca el material hasta la profundidad de extensión del brazo ($H_b = 6 \text{ m}$), conformando ángulos de talud en bancos de trabajo de ($\theta = 60^\circ$), además la excavadora perfilará los taludes.

Se realizará periódicamente limpieza y reconfiguración de las cunetas ubicadas en las vías internas y externas desde el ingreso a la labor minera hasta los bancos de trabajo.

Clasificación de los agregados áridos y pétreos

El material extraído será transportado por volqueta de 12 m^3 de capacidad hacia una tolva que recibe el material y lo traspasa por una zaranda fija que clasifica el material en tamaños entre a 60 a 80 mm, que se los ubicará de forma temporal en un sitio destinado para este tipo de material, y también se obtendrá material menor a 60 mm, que será almacenado o ubicado en una pila temporal cerca de la zaranda y que será vendido como material denominado base, subbase, arena y lastre.

Clasificación del material *base* de agregados:

Tabla 11 Clasificación del tipo de base.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50.8 mm.)	100	--
1 1/2" (38,1mm.)	70 – 100	100
1" (25.4 mm.)	55 - 85	70 – 100
3/4"(19.0 mm.)	50 – 80	60 - 90
3/8"(9.5 mm.)	35 – 60	45 - 75
Nro. 4 (4.76 mm.)	25 – 50	30 – 60
Nro. 10 (2.00 mm.)	20 – 40	20 – 50
Nro. 40 (0.425 mm.)	10 – 25	10 – 25
Nro. 200 (0.075 mm.)	2 - 12	2 - 12

Clasificación del material base utilizado en Ecuador Autor: (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2002)

Clasificación del material *subbase* de agregados:

Tabla 12 Clasificación del tipo de Subbase.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3

3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 – 100	--
Nro. 4 (4.75 mm.)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
Nro. 40 (0.425 mm.)	10 – 35	15 – 40	--
Nro. 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Clasificación del material subbase utilizado en Ecuador Autor: (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2002)

Clasificación del material arena de agregados:

Tabla 13 Tamaño de grano de arena.

Tamiz ASTM C 33	Tamiz NOM C 111	Abertura nominal (mm)
9.5 mm	G 9.5	9.5
Nro. 4 (4.5 mm.)	G 4.75	4.75
Nro. 8 (2.36 mm.)	G 2.36	2.36
Nro. 16 (1.18 mm.)	M 1.18	1.18
Nro. 30 (0.60 mm.)	M 0.60	0.600
Nro. 50 (0.30 mm.)	M 0.30	0.300
Nro. 100 (0.15 mm.)	M 0.150	0.150

Clasificación del material grano de arena según norma internacional ASTM C 33 (Standart Specification for Concrete Aggregates) y norma oficial Mexicana NOM C 111 Autor: (Laboratorio de Estructuras de Materiales y Sistemas Estructurales, Universidad Nacional de México, 2017).

3.3. Tipo de maquinaria presente en la labor, características principales: peso y dimensiones.

Actualmente la empresa minera cuenta con una excavadora CAT 330 y equipos de cribado, las volquetas para el transporte de material pertenecen a un sindicato de empresarios y choferes profesionales quienes cuentan con volquetas de capacidad de 12 m³ y 8 m³ los cuales esperan parqueados a fuera de las canteras o graveras del sector y esperan que lleguen clientes a comprar material y paguen los servicios de transporte.

El cargado de material cribado es cargado por la excavadora, para lo cual se ha creado una plataforma de trabajo donde se ubica la maquinaria y desde esta posición carga el material a las volquetas.

En la planificación a mediano plazo la empresa contempla la adquisición de una pala cargadora frontal con la cual levantarán el material clasificado hacia las volquetas.

Cargado de los agregados áridos y pétreos

La excavadora CAT 330 que tiene un cucharón de capacidad de 1,80 m³ alzará el material hacia el balde las volquetas de capacidad de 12 m³ contratadas por los clientes para el transporte del material. Las volquetas se ubicarán en una plataforma de trabajo o cancha mina que tiene espacio suficiente para que los equipos y maquinaria pueden realizar maniobras de movimiento y traslado, este espacio se encuentra destinado para la excavadora, las tolvas con sus cribas o zarandas, la volqueta y espacio para el desplazamiento y movimientos de maquinaria y equipos.

Características de la Excavadora CAT 330:

Tabla 14 Dimensiones y peso de la excavadora CAT 330.

Alcance de la Pluma	6,15 m
Alcance del Brazo	3,2 m
Capacidad Cucharón	1,80 m ³
Longitud del transporte	10,4 m
Ancho del transporte	3,39 m
Profundidad máxima de excavación	7,25 m
Peso en orden de trabajo	30,9 t
Radio de giro de la cola	3,13 m

Dimensiones y peso de la máquina excavadora utilizada en la mina para el arranque de material árido y pétreo

Autor: (Excavadora CAT 330, 2022)

En la cancha mina se ubica el material de stock mineral que generalmente ocupa un volumen apilado de 480 m³.

Transporte en interior y exterior mina

La labor minera no cuenta con volquetas propias, lo que existe es un sindicato de empresarios y choferes profesionales quienes cuentan con volquetas de capacidad de 12 m³ y 8 m³ los cuales esperan parqueados a fuera de las canteras o graveras del sector y esperan que lleguen clientes a comprar material y paguen el servicio de transporte.

Volquetas de capacidad de 12 m³:

Tabla 15 Dimensiones y peso de la volqueta 12 m³.

Largo total	7,65 m
Alto total	3,03 m
Ancho total	2,49 m
Peso vacío	8,71 t
Peso bruto vehicular	27,0 t
Capacidad de carga	18,23 t

Dimensiones y peso de la máquina excavadora utilizada en la mina para el arranque de material árido y pétreo Autor: (Volqueta HINO 700, 2020)

Volquetas de capacidad de 8 m³:

Tabla 16 Dimensiones y peso de la volqueta 8 m³.

Largo total	6,44 m
Alto total	2,78 m
Ancho total	2,49 m
Peso vacío	5,20 t
Peso bruto vehicular	18,0 t
Capacidad de carga	12,81 t

Dimensiones y peso de la máquina excavadora utilizada en la mina para el arranque de material árido y pétreo Autor (Volqueta HINO 500, 2020)

Separación de la cobertura vegetal: Se utiliza la excavadora para retirar la cobertura vegetal que es mínima de hasta 20 cm.

Arranque: Se utiliza la excavadora para separar o arrancar físicamente el material de grava que se encuentra unido a la capa de matriz arenosa.

Clasificado de agregados o cribado: Clasificación del material por su granulometría mediante la utilización de cribas que funcionan como un tamiz que separan el material en arena, piedra bola y lastre. (Ver Tablas clasificación por tamaños).

Comercialización: Compra del material clasificado o cribado aprovechable.
Relación oferta y demanda de productos áridos y pétreos.

Carguío o cargado: Carga del material clasificado o cribado y aprovechable mediante la utilización de la excavadora hacia los valdes de las volquetas.

Transporte: Movilización del material cribado y aprovechable mediante la utilización de volquetas desde el interior de la mina o gravera hacia el exterior o punto de descarga acorde a las necesidades del cliente: construcción de vivienda, edificio, vías, entre otras; dentro o fuera del Distrito Metropolitano de Quito.

Imagen 11 *Descripción de la operación minera: extracción, cribado, acopio, cargado de material, comercialización, transporte.*



Nota: Esquema simplificado de la descripción de la operación minera: separación de la cobertura vegetal, arranque, clasificado de agregados o cribado, comercialización, carguío o cargado y transporte, Fuente propia, 2022.

3.4. Ciclo de comercialización de material:

- a) El comprador solicita características del material de la cantera.
- b) El comprador solicita ingreso a la cantera para revisión del material de interés.
- c) Aceptadas las características del material el comprador contrata el servicio de transporte de volquetas (8m³ o 12m³) acorde a sus necesidades.
- d) Comprador y transportista de volqueta solicita el ingreso a la cantera hasta la plataforma de trabajo donde se ubica el stock de material.

- e) El operador de la pala cargadora frontal coloca la maquinaria cerca de las pilas de stock de material ubicadas en la cancha mina.
- f) La pala cargadora frontal carga la volqueta hasta su capacidad.
- g) Las volquetas transportan el material desde el stock siguiendo las vías internas de la cantera hasta salir de la cantera.
- h) En la salida de la cantera existe un control de salida de material acorde a la factura.
- i) El transporte del material continúa su ruta hasta el sitio de destino señalado por el comprador o cliente.
- j) Descarga del material en el sitio de destino señalado por el cliente y pago correspondiente por el transporte.
- k) Retorno de la volqueta hasta la entrada a la cantera en espera de turno y comprador.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera:

La (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, 2018), describe en que consiste el control del riesgo y la evaluación:

Control del riesgo: Salvo que se elimine un peligro determinado o se evite la exposición al mismo el riesgo asociado a ese peligro nunca podrá extinguirse por completo. En tales casos un riesgo deberá controlarse siguiendo el orden de prioridad: a) eliminar el peligro, b) controlar los riesgos en la fuente, c) reducir los riesgos al mínimo por diversos medios, d) en la medida que el riesgo persista prever la utilización de equipos de protección personal. El empleador debería planificar la gestión y el control de las actividades, productos y servicios que representan o puedan representar un riesgo importante para la seguridad y la salud.

Evaluación: Sujetos a una evaluación de su eficacia, y de ser el caso modificarse a fin de establecer un proceso de mejora permanente, tener en cuenta los avances tecnológicos, así como conocimientos y experiencias adquiridos a nivel nacional o internacional.

4.1.1. Identificar cuáles son los taludes, vías, bermas de seguridad y plataformas de trabajo que se encuentran acorde con diseño de extracción, maquinaria y equipos relacionados a la estabilidad física y geomecánica del terreno.

Taludes:

Producto de la medición y verificación en campo de los taludes se puede apreciar que en la cota 2362 (m.s.n.m.) hay 2 caras de taludes con longitud visible aproximada hacia el margen derecho de 100 m. y hacia el margen izquierdo 150 m., la altura promedio de los taludes es de 6 m. igual a la altura del banco calculada. Los taludes en mención forman ángulos de inclinación de 80° a 85° que en relación al tipo de material que es material conglomerado (clastos de roca redondeada) en matriz areno – limosa, dichas dimensiones no presentan condiciones de estabilidad. El ángulo de inclinación calculado en el diseño de extracción es ($\theta't \approx 60^\circ$).

Por el momento los taludes parecen estables debido a la vegetación y raíces que cubren su superficie, debido a la topografía y a que esta plataforma de trabajo se encuentra en la parte baja de la cantera cerca a la cota del río se encuentra rodeado de elevaciones que de igual forma presentan cobertura vegetal que forma una pantalla natural que impide que los fuertes vientos erosionen el material, además debido a que los trabajos de extracción se encuentran sin actividad no

existe movimiento y peso de maquinaria que haga vibrar las vías y taludes lo que mantiene la estabilidad.

Imagen 12 Taludes internos de trabajo que presentan ángulos de inclinación de 80° a 85° .



Nota: Observación de 2 caras de talud (margen derecho de color amarillo y margen izquierdo de color rojo) con ángulos promedio de 80° a 85° , material conglomerado en matriz arena – limosa con cobertura vegetal, taludes que deben ser corregidos bajando el ángulo de inclinación acorde a la maquinaria hasta un ángulo de 60° acorde con el ángulo de banco de trabajo calculado para conservar su estabilidad, Tomado de fuente propia, 2022.

Imagen 13 Topografía, elevaciones que rodean a la gravera y que presentan cobertura vegetal.

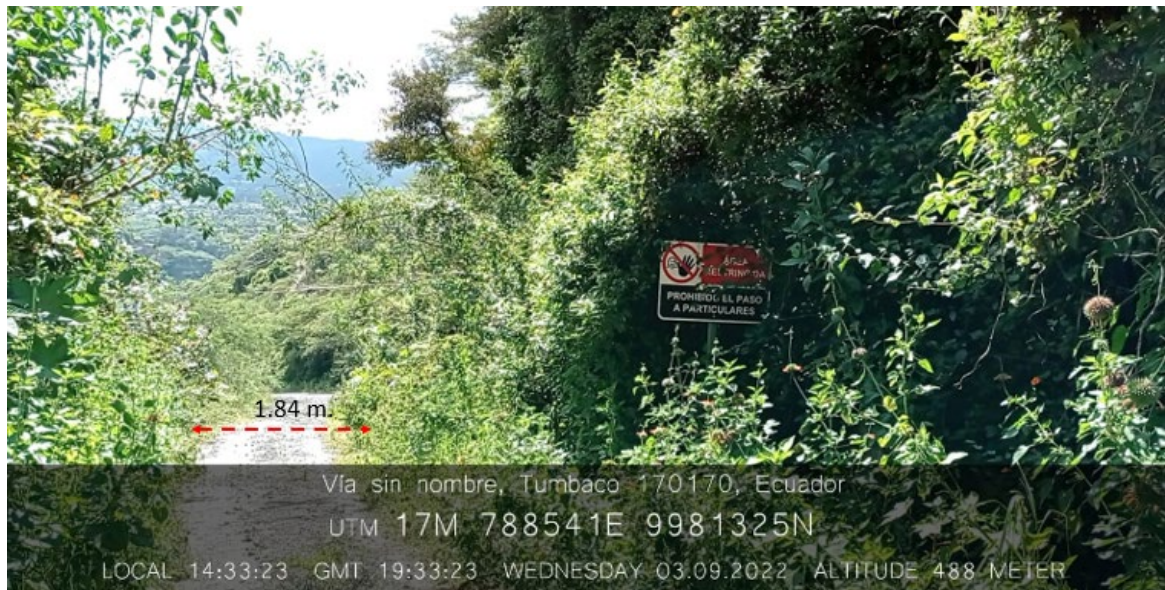


Nota: Observación de elevaciones con cobertura vegetal que rodean a la gravera, generando pantallas naturales que minimizan el movimiento de corrientes fuertes de aire que puedan erosionar el terreno, adicionalmente esta topografía impide que el ruido que se llegue a generar en la gravera por la extracción de material sea mínimo sin llegar a afectar a la población cercana, Tomado de fuente propia, 2022.

Vías y bermas de seguridad:

La observación en campo de las vías y bermas de seguridad indica que antes de proceder a realizar actividades de extracción de material, se debe realizar una limpieza y desbroce de la cobertura vegetal sobre las vías extendiéndose hasta permitir apreciar la ubicación de las bermas de seguridad. La cobertura vegetal ha ganado espacio sobre las bermas y vías hasta el punto de permitir el ingreso vial igual al ancho de una camioneta de 1.84 m.

Imagen 14 *Vía interna de ingreso con un ancho transitable de 1.84 m., con cobertura vegetal avanzada.*



Nota: Observación del ancho transitable de la vía (1,84 m), no se puede apreciar las bermas de seguridad tanto del margen izquierdo como del margen derecho junto al pie del talud del banco. La cobertura vegetal incluso a cubierto parte importante de la señalética vial, Tomado de fuente propia, 2022.

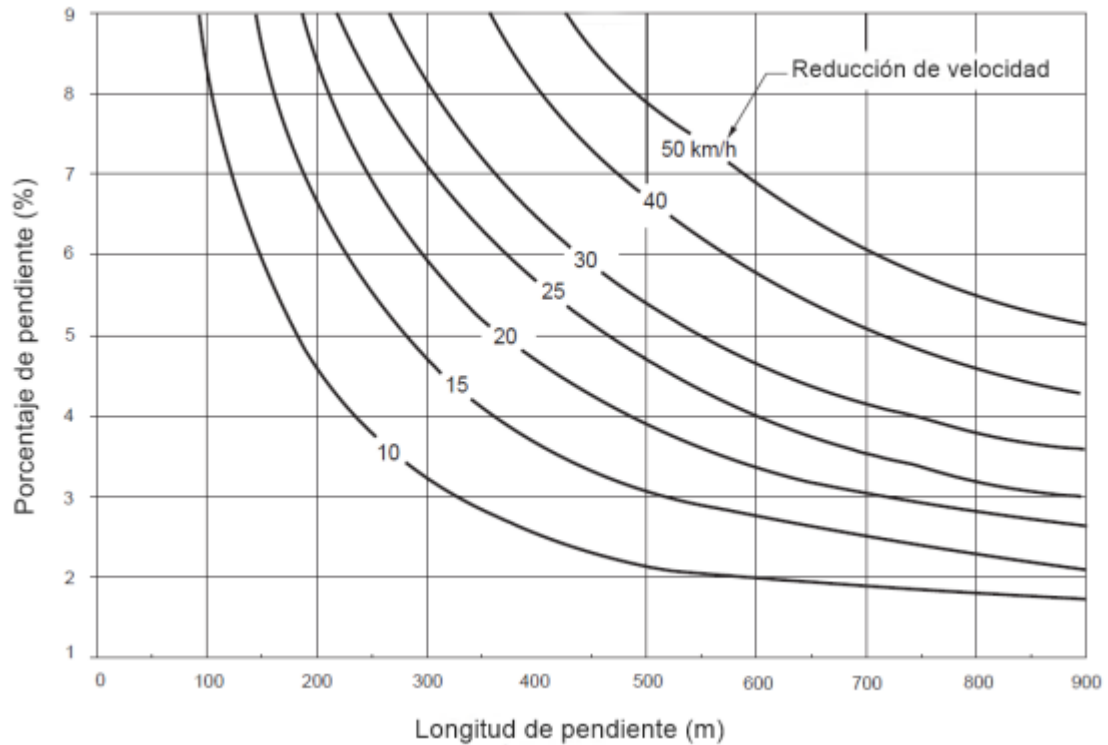
Recordando que el ancho de la berma de seguridad (B_s) calculado en el diseño de extracción y transporte, indican que respecto al margen izquierdo de la vía el ancho de la berma debe ser de ($B_s = 2 \text{ m.}$) y que por seguridad se planificó en el diseño tener espacio de 3 m., al margen derecho de la vía junto al pie del talud el banco la berma calculada es de 2,5 m. incluido el espacio para la cuneta de drenaje de 0,5 m., considerando el ancho de la maquinaria más grande de 3,39 m. que va a transitar por las vías (Excavadora CAT 330, 2022), darán el ancho total de las vías de 8,89 m.

Imagen 15 *Límite de velocidad máxima de circulación en las vías internas de la gravera que es de 10 km/h.*



Nota: Observación de la velocidad máxima transitable de 10 km/h en las vías internas de la gravera, se puede relacionar con la longitud de la pendiente (m.) y el porcentaje de la pendiente (%) que deben conservar los caminos viales, Tomado de fuente propia, 2022.

Imagen 16 *Longitudes críticas de pendientes de diseño para un camión típico supuesto de 120 kg/KW.*



Nota: Si la velocidad máxima transitable al interior de las vías de la gravera es de 10 km/h acorde a la Imagen 14 se puede relacionar a que la vía debe tener longitudes de 200 m. a 300 m. y el porcentaje de pendiente entre 3% a 4%, Tomado de Fuente: (Echaveguren & Carrasco, 2015)

Estas medidas permitirán realizar la movilización vehicular adecuada al transporte pesado de la excavadora, volquetas y de la pala cargadora frontal que la empresa ha planificado adquirir a futuro. Resaltando que la gravera cuenta con una buena señalética vial.

Plataforma de trabajo:

El ancho de la plataforma de trabajo (Bpt) calculado incluye el ancho de la pila de material ($A = 2,5 \text{ m.}$), el espacio de maniobra de la excavadora ($C = 5 \text{ m.}$), ancho de la cuneta de drenaje ($0,5 \text{ m.}$), el ancho de la vía ($T = 5 \text{ m.}$) y el ancho de la berma de seguridad ($Bs = 3 \text{ m.}$) lo que da ($Bpt = 16 \text{ m.}$).

Imagen 17 *Plataforma de trabajo ubicada a 2172 m.s.n.m., a 1 m. sobre el nivel del río, que tiene en promedio un ancho 100 m. de radio.*



Nota: En la concesión minera existen varios sitios incluido el lecho de río ubicado en la cota 2171 m.s.n.m. donde se puede desarrollar plataformas de trabajo mayores a 100 m. de radio, Tomado de fuente propia, 2022.

La topografía de la gravera cuenta con suficiente espacio para desarrollar varias plataformas de trabajo ubicadas a diferentes cotas que garantizan el espacio suficiente para desarrollar el ancho de las plataformas de trabajo calculadas en el diseño de 16 m.

Imagen 18 *Infraestructura que puede ser usada como oficinas, espacio de comunicación, atención a emergencias y salvamento.*



Nota: Infraestructura que puede ser utilizada como oficinas, espacio de comunicación interno y externo, como sitio de atención a emergencias y salvamento, una vez sea adecuando sus espacios, Tomado de fuente propia, 2022.

La infraestructura que se muestra en la imagen 18, puede ser adecuada para realizar funciones de administración, control técnico, espacio de comunicación interno y externo, se lo puede adecuar como sitio de atención de emergencias ambulatorias, prevención con equipos, botiquín e insumos de primeros auxilios que pueden dar soporte al personal hasta que arriben las unidades de salud y emergencia oficiales.

CAPITULO V. SUGERENCIAS

A fin de sustentar y dar atención a la variable: *Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y que se encuentre a satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes*, se puede desarrollar:

- Aplicar la metodología presentada por (Villa Posada & Franco Sepúlvera, 2012) que se basa en recopilar información de 49 visitas técnicas:

Reconocimiento a proyectos mineros: Método de reconocimiento de proyectos mineros, Estudio de la información, Compilación de la información. Valoración de la actividad minera: lugar de desarrollo, tipo de material, método de explotación, herramientas usadas. Actualización del estado de la actividad minera: legalización, explotación.

Esta metodología permite obtener información del estado del desarrollo de la actividad minera y recomendaciones de manejo ambiental estableciendo ante todo la legalidad de la labor mediante la verificación de la obtención de título minero vigente, estado de la concesión minera, permisos requeridos por la autoridad ambiental para el desarrollo de la actividad (Estudio de Impacto Ambiental, Plan de Manejo Ambiental y Licencia Ambiental).

- Considerar las definiciones técnicas propuestas por (Rubio de Maya, 2017):

“Desmonte y carga, arranque, transporte, diseño de explotación en graveras; y refiere el punto clave que la altura del banco se establece a partir de”:

Dimensiones de los equipos de excavación y carga respecto al equipo de carga y la altura máxima que alcanza el cucharón, la maquinaria más grande (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.3 Tipo de maquinaria presente en la labor, características principales: peso y dimensiones*).

Características del macizo rocoso (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.1 Características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno*),

Exigencias de selectividad de la explotación (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.2 Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad*).

- (Avilés González, 2015) señala:

Las mejoras que se implementen en el Diseño de la explotación influyen en la obtención de un mejor sistema de Gestión de riesgos (*Información que respalda el capítulo II. Marco Teórico; 2.1 Conceptualización de variables y/o tópicos de estudio*), recalcando que la implantación de

nuevos diseños en canteras ya existentes persigue el objetivo de la reducción de riesgos, y para influir íntegramente en el sistema de gestión de riesgos, estas mejoras deben ser determinadas desde el inicio del proyecto minero.

- (Avilés González, 2015) también menciona:

“La capacidad para influir en la seguridad de un proceso, es mayor cuanto antes se tenga en cuenta la seguridad en el tiempo de desarrollo del proyecto”.

- Considerar los aspectos de trazado o diseño señalados por (Rubio de Maya, 2017):

En las pistas o vías de transporte a fin de garantizar una circulación segura y sin dificultades en función de los tipos de vehículos que vayan a utilizarlos (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.3 Tipo de maquinaria presente en la labor, características principales: peso y dimensiones*) y la intensidad prevista de circulación:

Además, acondicionar las vías a fin de eliminar los baches, ejecutar el desagüe de las aguas lluvia, separación mínima de 2,0 m. entre el borde de las pistas o accesos y el pie del talud; cuando existe tránsito de personal (sobre el borde de las pistas o accesos) esta separación aumenta a mínimo 5,0 m. constituyendo un borde peatonal.

- Para el caso del Condominio Minero Caizan la berma de seguridad (Bs) calculada fue de 2.0 m. (acorde a lo que recomienda el autor), sin embargo, por efecto del factor de seguridad se estableció en el diseño una berma de 3,0 m. y el ancho de la vía (T) coincide con lo que recomienda (Rubio de Maya, 2017) es decir 5,0 m. para un carril (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.2 Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad*).
- (Rubio de Maya, 2017) también indica que es importante:
“Colocar señales indicadoras de límites de velocidad que para vehículos cargados no exceda de 25 Km/h y para vehículos sin carga el límite máximo de 35 Km/h”.

Para el caso del Condominio Minero Caizan la observación de la velocidad máxima transitable en las vías internas es de 10 km/h (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo IV. Resultados; Vías y bermas de seguridad; Límite de velocidad*). Teniendo en cuenta las indicaciones de velocidad sugeridas por los fabricantes. Adicionalmente, aplicar revisión minuciosa y mantenimiento constante de las vías.

Para el cálculo de las pistas o vías, el autor aplica la fórmula $A = a (0.5 + 1.5 n) + s$; donde A = anchura total de la pista, a = anchura del vehículo más ancho que circule por la pista, n = número de carriles deseados = 1, s =

sobreancho para el cruce de vehículos. Para el caso del Condominio Minero Caizan se utiliza la fórmula: $a =$ ancho del vehículo de transporte (m.), $n =$ número de carriles, $C =$ espacio de maniobra de vehículo más grande. $T = a * (0,5 + (1,5 * n)) + C = 5,0 \text{ m.} + 5,0 \text{ m.}$, y el ancho de la cuneta de drenaje = 0,5 m (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.2 Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad*).

- Tomar en cuenta la descripción de (John Soto, 2011) sobre las partes constitutivas de un talud:

Altura, Pie, Cabeza o escarpe, Altura de nivel freático, Pendiente.

Factores topográficos como: longitud, vertical, horizontal, área de cuenca de drenaje que pueden influir sobre el comportamiento geotécnico del talud.

Para el caso del Condominio Minero Caizan se describe un Esquema simplificado de los parámetros geométricos finales de trabajo, donde consta la información calculada en la gravera para: altura de banco, ángulo de banco, berma, ángulo de liquidación, plataforma de trabajo y número de bancos. (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.1 Características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno*).

(John Soto, 2011) también define los factores de inestabilidad sobre el talud:

Los suelos inestables como las graveras secas, agua de precipitación, viento o aire atmosférico, fuerzas sísmicas, descargue del talud. Las inestabilidades más comunes se presentan por: taludes empinados por corte o relleno, exceso de presión de poros causado por niveles freáticos altos o interrupción de la trayectoria de drenaje, socavación debido a la erosión de agua superficial y pérdida de resistencia con el tiempo debido a procesos de reptación e intemperismo.

Para el caso de la gravera donde se extrae material de arena, suelo arenoso, mezcla de arena con grava y masas de roca, propone alturas de corte y pendientes sugeridas (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo II. Marco Teórico; 2.2 Bases teóricas de las variables y/o tópicos de estudio*). Para el caso del Condominio Minero Caizan estas dimensiones se pueden contrastar con las descritas en (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.2 Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad*).

Se menciona además ensayos realizados en campo de acuerdo a las normas y especificaciones A.A.S.H.T.O. T88 ensayadas por (Heredia Sarmiento & Salazar Villacorta, 2017) (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo II. Marco Teórico; 2.2 Bases teóricas de las variables y/o tópicos de estudio*), lo que define alturas entre cotas de 11 a 13 m. y ángulos de inclinación de 30° a 90°, y alturas de bancos entre 2,50 m. y 7,0

m. en dos taludes principales: Para el caso del Condominio Minero Caizan se calculó que el ángulo para los bancos de trabajo es de 60° incluido el coeficiente de seguridad, para los bancos de liquidación el ángulo es de 42,28°, la altura del banco de trabajo de 6,0 m. (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo III. Marco Referencial; 3.2 Medición de ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad; Clasificación de los agregados áridos y pétreos*).

A fin de dar atención a la variable: *Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera*, se puede aplicar:

- Analizar, identificar y establecer un control adecuado a los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo como lo plantea (Gallegos Bayas, 2008) e indica:

A fin de precautelar la seguridad y salud del personal que labora en las instalaciones y campo; así como de las comunidades aledañas a los proyectos mineros. Los puntos clave para un diseño y propuesta de mejora son: Gestión administrativa, Propuesta de política de seguridad y salud; establecer una carta de compromiso de cumplimiento, Propuesta dentro de las actividades de explotación, Planificación e implantación, Gestión Técnica, Gestión del Talento Humano.

En el análisis de riesgos en plantea (Gallegos Bayas, 2008) investigó que el desarrollar trabajos mineros fundamentales se presenta el 33% de los

riesgos totales, preparar la superficie de campo en cantera representa el 29.6%, trabajos de mantenimiento el 21.9% y trabajos básicos en trincheras y vías en 15.5%. Su análisis también indica que existe riesgo tolerable de 52.8%, riesgo moderado de 31% y riesgo intolerable de 1.1% (*Información presentada a mayor detalle en el capítulo II. Marco Teórico; 2.2. Bases teóricas de las variables y/o tópicos de estudio*).

- (Gallegos Bayas, 2008) también indica que:

Se logra mejoras en la Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo a través de verificación, auditorias o evaluaciones que permiten corregir, prevenir o disminuir los riesgos mejorando los ambientes de trabajo, y con la actuación adecuada se mejoran continuamente los procesos, cumpliéndose el fundamento del Modelo Ecuador que indica que solo lo que se mide se puede mejorar.

- Aplicar el ciclo de mejora continua que resalta (Vintró Sanchez, 2011) conocido también como ciclo de Deming o PHVA: *Planificar, Hacer, Verificar y Actuar*:

El sistema de mejoras en gestión aplicado a empresas reporta que realizar mejoras a la gestión de calidad ISO 9001 permiten tener excelentes resultados por lo cual esta mejora se ubica en primer lugar, seguido de mejoras aplicadas a sistemas ambientales ISO 1400, posterior las mejoras al sistema de seguridad y salud OHSAS 18001; en escala valorada (siendo 1 puntuación baja y 5 alta) la gestión de

seguridad tiene una media de 3.5. Finalmente, indica que las empresas pequeñas también logran buenos resultados aplicando mejoras en la gestión de seguridad y salud ocupacional.

En análisis de información obtenido y calculado a lo largo del presente estudio de investigación también permite aportar con sugerencias puntuales que se deben aplicar en el Condominio Minero Caizan en relación con la mejora de la gestión de seguridad y salud ocupacional:

- Realizar limpieza vial y desbroce de la capa vegetal con la finalidad que los conductores de vehículos pesados como las volquetas y excavadora puedan apreciar el ancho de la vía que en el diseño calculado es ($T = 5 \text{ m.}$), la berma de seguridad ($B_s = 3 \text{ m.}$) y el ancho de la cuneta de desagüe de 0,5 m. lo que mejorará la visibilidad del conductor permitiéndole estimar espacios cercanos a los taludes y los espacios que desembocan en quebradas, lo que permitirá apreciar al conductor si la maquinaria puede transitar o no, y además considerar el tránsito de la maquinaria con o sin peso de carga.
- Para mantener un porcentaje de pendiente adecuado entre 3% a 4% a fin de que las volquetas cargadas de material puedan transitar seguras se requiere que las longitudes de las vías mantengan longitudes de 200 a 300 m. acompañado de un mantenimiento vial periódico que garantice operar los equipos de transporte de forma segura.

- Definir las cotas (m.s.n.m.) donde se puede desarrollar el ancho de las plataformas de trabajo ($B_{pt} = 16 \text{ m.}$) y cotas donde la plataforma de trabajo sobrepasa estas dimensiones con radios iguales y mayores a 100 m a fin de destinar estos espacios como cancha mina, sitios de stock mineral, ubicación de zarandas o tamices, espacios donde pueda reposar las volquetas, espacios de maniobra hasta su cargado y transporte.
- Realizar estabilización de los taludes bajando el ángulo de inclinación de los taludes a 60° que corresponde al ángulo de talud de los bancos de trabajo calculado en el diseño de extracción ($\theta'_t \approx 60^\circ$).
- Revisar a detalle y aplicar lo que detalla (Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020) los derechos y obligaciones respecto de la seguridad y salud en el trabajo en el ámbito minero, información y educación sobre riesgos y asesoramiento sobre la necesidad de acciones preventivas y de control, acciones preventivas para la gestión y control de los peligros y riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, prevención de accidentes, preparación y respuesta ante emergencias, diagnóstico de enfermedades ocupacionales y enfermedades relacionadas con el trabajo, cuidado de la salud general, servicios curativos y de rehabilitación, mantenimiento de registros de seguridad y salud ocupacional, seguimiento y evaluación.

Desarrollar lo expuesto por el (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2014) que menciona:

Responsabilidad de los titulares mineros y de sus contratistas, Regulación ambiental para el sector minero, Regularización ambiental nacional para el sector minero, Elaboración de las declaraciones de impacto ambiental, Otorgamiento, nulidad o revocatoria del registro ambiental, Emisión de la licencia ambiental, monitoreo ambiental interno (automonitoreo), Frecuencia de presentación de informes de monitoreo y seguimiento ambiental, “monitoreo de programas de remediación o reparación, Inspecciones ambientales, Desbroce de vegetación, Cuidado de especies silvestres, Construcción de caminos, Protección de curso de agua en la construcción de caminos, Campamentos, Capacitación Ambiental, Manejo de desechos en general, Manejo de desechos peligrosos, Manejo de productos químicos.

- Como un factor importante y motivante se debe ejecutar las capacitaciones al personal. Así como dotar de los equipos de protección personal adecuados (E.P.P.) o equipos de protección individual (E.P.I.): casco, gafas, tapones auditivos, chalecos reflectivos, guantes, ropa de trabajo manga larga, botas de seguridad, así como concientizar la utilización de protector solar, lavado de manos y alcohol por los riesgos que aún siguen presentes por la pandemia del COVID-19.

- Otro método relacionado con el análisis de la gestión de seguridad y salud ocupacional que se puede aplicar es el propuesto por la (Organización Internacional del Trabajo Ginebra, 2014) publicado en la Guía de 5 pasos para empleadores, trabajadores y sus representantes, sobre la realización de evaluaciones de riesgos en el lugar de trabajo, sugiere:

Paso 1: Identificar los peligros, Paso 2: Identificar quien puede sufrir daños y de qué manera, Paso 3: Evaluar el riesgo: Identificar y decidir las medidas de control de riesgos en materia de seguridad y salud, Paso 4: Dejar constancia de quien es el responsable de la puesta en marcha de cada medida de control y en qué plazos, Paso 5: Registrar los resultados, realizar el seguimiento y revisar la evaluación de riesgo, y actualizarla cuando sea necesario.

Para lo cual se muestra la Planilla de evaluación de riesgos, descrita en el documento de la (Organización Internacional del Trabajo Ginebra, 2014):

Tabla 17 *Plantilla de evaluación de riesgos*

Plantilla de evaluación de riesgos				
Empresa: Condominio Minero Caizán				
Paso 1 ¿Cuáles son los peligros?	Paso 2 ¿Quién puede sufrir daños y de que manera?	Paso 3 ¿Qué medidas ha adoptado hasta ahora?	Paso 4 ¿Cómo se pondrá en marcha la evaluación?	Paso 5 Fecha de revisión:
<p>Identifique los peligros:</p> <p>* recorriendo el lugar de trabajo;</p> <p>* preguntando a los trabajadores cuál es su opinión;</p> <p>* verificando las instrucciones de los fabricantes;</p> <p>* contactando su asociación de comerciantes;</p> <p>No se olvide de tener en cuenta los peligros a largo plazo.</p>	<p>Identifique los grupos de personas Recuerde:</p> <p>* algunos trabajadores pueden tener necesidades específicas;</p> <p>* algunas personas no están siempre presentes en el lugar de trabajo;</p> <p>* a los miembros del público</p> <p>* si el lugar de trabajo es compartido, piense de que manera el trabajo puede afectar a las otras personas presentes.</p> <p>Explique de qué manera el peligro puede ocasionar daños.</p>	<p>* Describa las medidas que ya se han puesto en práctica para reducir la posibilidad de un daño o hacer de manera tal que sea menos grave.</p> <p>Paso 3 ¿Qué otras medidas sería necesario adoptar?</p> <p>* Asegúrese de que los riesgos han sido eliminados en la medida de lo posible. Una forma sencilla de comprobarlo es realizando una comparación entre lo que se está realizando actualmente y las buenas prácticas. Si hay diferencias entre sí, describa las medidas a tomar.</p>	<p>Recuerde dar prioridades.</p> <p>* Trate en primer lugar los peligros de mayor riesgo y que comportan graves consecuencias.</p> <p>¿Quién toma las medidas?</p> <p>¿Cuándo se toman las medidas?</p> <p>Hecho</p>	<p>* Revise la evaluación para garantizar que la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo sigue mejorando o, como mínimo, no se está retrocediendo.</p> <p>* Si hubo cambios importantes en el lugar de trabajo, recuerde verificar la evaluación de riesgos y de ser necesario, modifíquela.</p>
Sección / Unidad:				
Fecha:				

Plantilla propuesta para levantar información en el Condominio Minero Caizan. Autor: (Organización Internacional del Trabajo Ginebra, 2014).

CONCLUSIONES

- A fin de solventar el objetivo específico 1: *Diagnóstico de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera*, se aplica la metodología propuesta por (Villa Posada & Franco Sepúlvera, 2012) que consisten en desarrollar visitas técnicas, levantamiento de información del desarrollo de la actividad minera, recomendaciones de manejo ambiental, revisión de la legalidad de la labor mediante la verificación del título minero, estado de la concesión y permisos de la autoridad ambiental.

(Rubio de Maya, 2017) plantea definiciones técnicas, la relación de las dimensiones de los equipos de excavación con las dimensiones de explotación, la influencia del macizo rocoso y la selectividad de la explotación hacen que el diseño de extracción influya en el sistema de gestión de riesgos.

(Avilés González, 2015) propone aplicar mejoras en los diseños: vías de transporte, incluido un plan de mantenimientos; creación y control de las dimensiones de las bermas de seguridad desde el inicio del proyecto y a la par ejecutar mejoras a la seguridad física mediante la estabilización de taludes.

(Rubio de Maya, 2017) hace hincapié en colocar señalética de los límites máximos de velocidad de circulación de vehículos cargados y descargados, revisando las sugerencias técnicas expuesta en los manuales para el equipo de transporte, realizar el cálculo de las dimensiones de las vías tomando en cuenta las partes constitutivas de talud, los factores de inestabilidad sobre el talud, las inestabilidades más comunes que se relacionan con las alturas de corte y pendientes, la presencia del tipo de material no cohesionado con relación a las normas y especificaciones A.A.S.H.T.O. T88 analizadas por (John Soto, 2011).

- A fin de solventar el objetivo específico 2: *Diseñar la propuesta de mejora de la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera*, se analiza, identifica y se establece controles en la gestión administrativa con la propuesta de generar una política de seguridad y salud dentro de las actividades de explotación, planificación e implementación de una gestión técnica y de talento humano.

(Gallegos Bayas, 2008) plantea que en el análisis de riesgo se debe dar importancia a la ejecución de los trabajos mineros fundamentales, seguido de los trabajos de mantenimiento, trabajos básicos en trincheras, cunetas y vías considerando los riesgos tolerables, moderados e intolerables, resaltando que las mejoras en el sistema de gestión se logran con la verificación, auditorías o evaluaciones internas y externas que permitan

corregir, prevenir o disminuir los riesgos, mejorando el ambiente de trabajo con la aplicación de acciones oportunas.

- A fin de solventar el objetivo específico 3: *Establecer las métricas de control de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera*, el estudio muestra que aplicar el ciclo de mejora o ciclo de Deming o PHVA, que consiste en Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, planteado por (Vintró Sanchez, 2011) donde menciona que el implementar un sistema de mejoras continuas en empresas mineras ya sean estas de gestión de calidad ISO 9001, ambientales ISO 1400, y de seguridad y salud OHSAS 18001, permiten tener excelentes resultados, no solo para empresas grandes sino también para empresas pequeñas o en desarrollo quienes inician las mejoras desde la gestión de seguridad y salud ocupacional.
- A fin de solventar el objetivo específico 4: *Establecer los mecanismos de implementación de la propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en la gravera*, se realizó el análisis de la población objetivo de la concesión minera que son los clientes, considerando el planteamiento del problema y obteniendo dos variables principales que requieren ser analizadas y solventadas: 1) Vigilar que el diseño de extracción sea adecuado, que permita optimizar los procesos y se encuentre a satisfacción del Condominio Minero Caizan y de sus clientes. 2) Implementar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y

salud ocupacional en la gravera. Información que se solventó y se justificó a lo largo del desarrollo del presente plan de investigación.

- Al solventar cada objetivo específico planteado y en relación con la información detallada en cada uno de los capítulos del presente trabajo de investigación; priorizando el capítulo IV. Resultados, se presenta los puntos claves que condujeron a solventar el objetivo general: *Elaborar una propuesta de mejora en la gestión de la seguridad y salud ocupacional en el Condominio Minero Caizan, ubicado en el sector de Tumbaco, Quito – Ecuador*, que consiste en el planteamiento de una metodología de levantamiento de información, revisión técnica bibliográfica de la empresa, realizar inspecciones, observaciones e interpretación de datos, listar sugerencias técnicas y de seguridad (*Capítulo V. Sugerencias*) acorde con el diseño de explotación para la extracción de material de construcción árido y pétreo.

Se estableció tres métricas principales de control que deben ser vigiladas:

1) Identificar características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno, 2) Medir ángulos de talud, altura de bancos, dimensiones de vías y bermas de seguridad, y 3) Identificar el tipo de maquinaria, características principales: peso y dimensiones. Mantener las medidas de diseño de explotación calculadas:

El ancho de la berma de seguridad cercana a las quebradas calculada es 2 m., para resguardar la seguridad se adicionó 1 m. adicional obteniendo una berma de seguridad ($B_s=3$ m), ancho de plataforma de trabajo ($B_{pt}=16$ m) donde se incluye una berma cercana al pie de talud de 2,5 m que contempla una cuneta de desagüe de 0,5 m, el ancho de vía ($T=5$ m), espacio de maniobra del equipo ($C=5$ m). Ángulo de talud de los bancos de trabajo ($\phi'_t = 60$) calculado con un coeficiente de seguridad (1,1) que da un tiempo de servicio de 1 año (muy seguro para un banco de trabajo). Ángulo de talud de los bancos de liquidación ($\phi'_l = 42,28^\circ$) calculado con un coeficiente de seguridad (1,5) que da un periodo largo de servicio de 20 años.

Las pendientes de las vías internas calculadas para el transporte de volquetas de 12 m^3 de capacidad cargadas, deben estar entre 3% y 4% para lo cual las longitudes de las vías deben ser de 200 m. a 300 m., lo que da una velocidad transitable de 10 km/h, velocidad que se refleja en las señalizaciones de tránsito. El estudio también determina que existe una buena señalética en la concesión minera, la cual debe continuar.

En la concesión minera hay plataformas que presentan espacios radiales mayores a 100 m., donde se puede ubicar stock mineral, zarandas o tamices, espacios para el reposo de volquetas y espacios de maniobra que permite el cargado y transporte.

El alcance máximo del brazo de la excavadora es 7,5 m. pero para no exigir este alcance, en el diseño se propone dejar la altura de los bancos ($H_b = 6$ m) relacionado a las características físicas, topográficas y geomecánicas básicas del terreno, y al tipo de maquinaria utilizado sus características principales: peso y dimensiones.

Preservar la vegetación que se ubica en los taludes internos y superiores con la finalidad de formar pantallas naturales que minimizan que las partículas de polvo que se produzcan en la extracción salgan fuera de la gravera e impiden el movimiento de corrientes fuertes de aire que erosionan rápidamente los taludes, y las raíces de la vegetación ayudan a sujetar el material de los taludes.

El correcto control y verificación de los trabajos técnicos asociados a los parámetros de seguridad permitirá a la Concesión Minera y a sus operarios gestionar de forma adecuada la preparación, extracción y aprovechamiento de los recursos mineros, áridos y pétreos en cumplimiento a los artículos citados del *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en el Ámbito Minero* y al *Reglamento Ambiental de Actividades Mineras (R.A.M.)*.

Si en la preparación, extracción y aprovechamiento de los recursos minerales se logra mantener las medidas de diseño de explotación calculadas, se evitará posibles incidentes y accidentes de trabajo relacionados con posibles deslizamientos de material, caída de rocas,

erosión del suelo, arrastre de partículas, atascamientos o caída de maquinaria; que pueden llegar a poner en riesgo la seguridad del personal que labora en la concesión minera.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (11 de Septiembre de 2020). *Catastro Minero nacional*. Recuperado el 18 de Marzo de 2022, de <https://crtwrs6520i4uvrd.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=839155ec91ea43cdb604f2fdef4972db>

Alvarado Contreras, P. F. (2021). *Informe de producción segundo semestre año 2020 Concesión Minera Caizan*. Técnico, Concesión Minera Caizan, Quito. Recuperado el 14 de Marzo de 2022

Avilés González, C. (2015). *Condiciones de Seguridad en las explotaciones mineras de áridos del Nordeste de España*. Recuperado el 17 de Mayo de 2022, de https://oa.upm.es/50796/1/CRISTINA_AVILES_GONZALEZ.pdf

CONCESIÓN MINERA “CAIZAN CHICO” CÓDIGO: 5995. (2020). *INFORME DE PRODUCCIÓN SEGUNDO SEMESTRE AÑO 2020*. Quito.

Echaveguren, T., & Carrasco, D. (2015). *Estimación de longitud crítica en pendientes ascendentes en caminos bidireccionales*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000100001#f3

EP Neumann. (25 de Noviembre de 2020). *HIGIENE INDUSTRIAL*. Recuperado el 28 de Junio de 2021, de <https://aulas.epneumann.edu.pe/mod/book/view.php?id=1143>

EP Neumann. (25 de Noviembre de 2020). *PREVENCIÓN DE RIESGOS*. Recuperado el 28 de Junio de 2021, de <https://aulas.epneumann.edu.pe/mod/book/view.php?id=1111>

Equipos y Maquinaria CAT. (2020). *Excavadora mediana 330*. Recuperado el 11 de Febrero de 2022, de

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/15969759.html

Excavadora CAT 330. (2022). *Manual técnico excavadora mediana CAT 330*.

Recuperado el 07 de Marzo de 2022, de

https://www.cat.com/es_MX/products/new/equipment/excavators/medium-excavators/15969759.html?utm_content=gci_as_educational_ecuador_gci-nationalmedia_awareness&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=ecuador_-_gci_-_machines_-_brand-hex-s&utm_term=ca

Gallegos Bayas, E. D. (Julio de 2008). *Diseño de un sistema de Gestión de la*

Seguridad y Salud en el Trabajo de una Mina a Cielo Abierto. Recuperado el

24 de Mayo de 2022, de

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/155/1/92973.pdf>

Google Earth. (03 de Septiembre de 2020). *Ubicación Concesión Minera Caizan*.

Recuperado el 20 de Marzo de 2021, de [https://earth.google.com/web/@-](https://earth.google.com/web/@-0.17281203,-78.41456296,2141.81294535a,848.94567906d,35y,0h,0t,0r)

[0.17281203,-78.41456296,2141.81294535a,848.94567906d,35y,0h,0t,0r](https://earth.google.com/web/@-0.17281203,-78.41456296,2141.81294535a,848.94567906d,35y,0h,0t,0r)

Heredia Sarmiento, J. L., & Salazar Villacorta, A. (2017). *Influencia de la granulometría*

en la estabilidad de los taludes de la gravera Shudal, Cajamarca 2017.

Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11311/Heredia%20Sarmiento%20Jorge%20Luis%2c%20Salazar%20Villacorta%20Anthony.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

John Soto, J. R. (2011). *Proyección y estabilización de taludes para evitar deslizamientos*. Recuperado el 18 de Mayo de 2022, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bmfci.65p/doc/bmfci.65p.pdf>

Laboratorio de Estructuras de Materiales y Sistemas Estructurales, Universidad Nacional de México. (Junio de 2017). *Práctica 8 Granulometría de la arena*. Recuperado el 10 de Febrero de 2022, de http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/05/180515_Practica8_W_LMSE.pdf

Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (11 de Septiembre de 2020). *REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN EL ÁMBITO MINERO*. Recuperado el 28 de Junio de 2021, de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/12/Reglamento-de-Seguridad-Minero.pdf>

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (2002). *Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes*. Recuperado el 10 de Febrero de 2022, de https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/MPR_Chimborazo_Cumanda_Especificaciones-Tecnicas-MOP-001-F-2002.pdf

Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica. (27 de Marzo de 2014). *Reglamento Ambiental de Actividades Mineras*. Recuperado el 18 de Marzo de 2022, de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Reglamento-Ambiental-Actividades-Mineras-MAE.pdf>

Oficina Internacional del Trabajo Ginebra. (Marzo de 2018). *Seguridad y Salud en la Minas a Cielo Abierto*. Recuperado el 21 de Enero de 2022, de

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---sector/documents/normativeinstrument/wcms_617125.pdf

Organización Iberoamericana de Seguridad Social. (s.f.). *Prevención de riesgos en canteras: Fichas preventivas específicas sobre los riesgos laborales de mayor importancia*. Recuperado el 29 de Junio de 2021, de <https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/25-PrevencionRiesgosCanteras.pdf>

Organización Internacional del Trabajo Ginebra. (2014). *Una guía de 5 pasos para empleadores, trabajadores y sus representantes sobre la realización de evaluaciones de riesgo en el lugar de trabajo*. Recuperado el 21 de Enero de 2022, de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_349874.pdf

Parra Reti, A. F. (2015). *PLANIFICACIÓN MINERA A CIELO ABIERTO UTILIZANDO FUNDAMENTOS*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/136447/Planificacion-minera-a-cielo-abierto-utilizando-fundamentos-geomecanicos.pdf?sequence=1>

Protodyakonov, M. M. (Mayo de 1962). *Mechanical properties and drillability of rocks. In Proceedings of the 5th Symposium on Rock Mechanics (pp. 103-118). University of Minnesota Minneapolis, Minnesota, USA*. Recuperado el 28 de Mayo de 2022, de <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=GEODEBRGM6917024650>

Romeral Hernández, J. (2012). *Gestión de la seguridad y salud laboral, y mejora de las condiciones de trabajo. El modelo español*. Recuperado el 20 de Enero de

2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0041-86332012000300012#nota

Rubio de Maya, J. M. (Septiembre de 2017). *Proyecto de explotación de áridos para la construcción de una gravera situada en el T.M de Guadalimar (Jaén)*.

Recuperado el 16 de Mayo de 2022, de <https://hdl.handle.net/10953.1/7730>

Universidad de Almería. (25 de Mayo de 2013). *Evaluación de Riesgos Laborales en una cantera a cielo abierto de Yeso*. Recuperado el 29 de Junio de 2021, de <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/2277/Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villa Posada, V., & Franco Sepúlvera, G. (10 de Junio de 2012). *Extracción de recursos minerales en el Oriente Antioqueño: Sostenibilidad y Repercusión en el medio ambiente*. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n31/n31a07.pdf>

Vintró Sanchez, C. (Enero de 2011). *Sistemas de Gestión en explotaciones mineras de Cataluña: Situación, Factores determinantes de implantación y posibilidades futuras. Sector de las áridos y de la piedra natural*. Recuperado el 25 de Mayo de 2022, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TCVS1de1%201.pdf>

Volqueta HINO 500. (2020). Recuperado el 07 de Marzo de 2022, de <https://grupomavesa.com.ec/wp-content/uploads/2020/12/FT-H500-GH8JF7D-XG3-1828.pdf>

Volqueta HINO 700. (2020). *Especificaciones técnicas HINO 700*. Recuperado el 07 de Marzo de 2022, de https://grupomavesa.com.ec/cms/uploads/fichas/hino/0842442848_ss.pdf

ANEXOS

Cronograma Desarrollo del Plan Investigativo:

		Diciembre 2021				Enero 2022				Febrero 2022				Marzo 2022				Abril 2022				Mayo 2022			
		Semanas:				Semanas:				Semanas:				Semanas:				Semanas:				Semanas:			
Ítem	Actividades:	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4	s1	s2	s3	s4
1	Revisión bibliográfica acorde a la temática.																								
2	Planteamiento de la metodología acorde a la temática.																								
2.1	Inspección técnica a la concesión minera para determinar la situación actual.																								

Mapa topográfico de la concesión minera:

Mapa geológico de la concesión minera:

Cuestionarios de Seguridad y Salud Ocupacional