

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones
mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Ronald Brian RICALDI SANTIAGO

Asesor:

Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco – Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



T E S I S

**Diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones
mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Teodoro Rodrigo SANTIAGO ALMERCO
PRESIDENTE

Mg. Edwin Elias SANCHEZ ESPINOZA
MIEMBRO

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA
MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios, por guiarme por el buen camino tanto en lo laboral como en lo cotidiano brindándome la fortaleza necesaria para afrontar las dificultades diarias y por su bendición.

A mi madre Midian Santiago Loyola, por brindarme su apoyo incondicional, por inculcarme los valores adecuados en mi formación, por confiar en mí esfuerzo para lograr convertirme en un profesional.

A mi abuelito Ricardo Santiago Lobatón quien sacó adelante a nuestra familia.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a los docentes de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería de Minas de nuestra distinguida Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por compartir sus conocimientos y experiencias con nosotros.

También agradecer a mi familia, que siempre están presentes para brindarnos apoyo.

Ronald Ricaldi Santiago

RESUMEN

La tesis se centra en el diseño y gestión de depósitos de desmonte para la Mina Lincuna, una operación minera en Perú. Se justifica la investigación por razones teóricas, prácticas, económicas y ambientales. El objetivo principal es desarrollar depósitos de desmonte seguros y cumplir con las normativas ambientales.

En Aspectos Destacados se tiene el diseño geotécnico donde se analizan parámetros geotécnicos como la resistencia a la compresión triaxial y la resistencia a la carga puntual para evaluar la estabilidad de los depósitos de desmonte, también los aspectos ambientales que abordan temas relacionados con la gestión del agua, la prevención de la contaminación y la restauración del sitio, garantizando el cumplimiento de las normativas, como el ECA Categoría 1 A-2. Y las áreas de Influencia: Se identifican áreas directas e indirectas que pueden verse afectadas por la operación y el diseño del depósito, incluyendo cuencas hidrográficas y poblaciones circundantes.

Los resultados dieron unos diseños de depósitos de desmonte seguros y eficientes, cumplimiento de normativas ambientales, reducción de impactos negativos en las áreas circundantes y mejora en la gestión de recursos hídricos.

La importancia en este estudio se enfocó en contribuir al desarrollo sostenible de la Mina Lincuna, asegurando prácticas mineras responsables y minimizando su impacto ambiental. Además, puede servir como referencia para otras empresas mineras que enfrenten desafíos similares en la gestión de depósitos de desmonte y la protección del entorno circundante.

Palabras Clave: Diseño y gestión, depósitos de desmonte, geotécnico, normativas ambientales.

ABSTRACT

The thesis focuses on the design and management of waste rock deposits for the Lincuna Mine, a mining operation in Peru. The research is justified for theoretical, practical, economic, and environmental reasons. The main objective is to develop safe waste rock deposits and comply with environmental regulations.

In Highlights, there is geotechnical design where geotechnical parameters such as triaxial compression strength and point load strength are analyzed to assess the stability of waste rock deposits. Environmental aspects are also addressed, covering topics related to water management, pollution prevention, and site restoration, ensuring compliance with regulations like ECA Category 1 A-2. And Influence Areas: Direct and indirect areas that may be affected by the operation and design of the deposit are identified, including watersheds and surrounding populations.

The results yielded designs for safe and efficient waste rock deposits, compliance with environmental regulations, reduction of negative impacts in the surrounding areas, and improved water resource management.

The importance of this study was focused on contributing to the sustainable development of the Lincuna Mine, ensuring responsible mining practices and minimizing its environmental impact. Additionally, it can serve as a reference for other mining companies facing similar challenges in waste rock deposit management and the protection of the surrounding environment.

Keywords: Design and management, waste rock deposits, geotechnical, environmental regulations.

INTRODUCCION

Un depósito de desmontes es un componente minero que se genera por la acumulación de los desechos, producto de las actividades de explotación minera, que pueden tener su origen en labores mineras subterráneas o labores mineras superficiales.

Para diseñar un depósito de desmontes óptimo, en primera instancia debe identificarse las características físico-mecánicas de suelos y rocas. La información geotécnica es fundamental, con referencia del comportamiento mecánico y características del macizo rocoso.

El presente trabajo se orienta a desarrollar la investigación general para establecer o determinar un óptimo diseño de depósito de desmonte de la mina Lincuna según la calidad del macizo rocoso, garantizando su estabilidad y sostenibilidad. Los cuales deben ser seleccionados minuciosamente de manera que cumplan de la mejor forma en mantener la estabilidad del depósito de desmontes.

Finalmente es muy importante realizar la evaluación de estabilidad de taludes y del muro de contención, calculando su Factor de Seguridad, el cual nos indicará o determinará de manera numérica las condiciones de estabilidad de las infraestructuras correspondientes.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
INDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.	1
1.2. Delimitación de la investigación.	2
1.2.1. Delimitación espacial.....	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas específicos.....	2
1.4. Formulación de objetivos.	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos.....	2
1.5. Justificación de la investigación.	3
1.5.1. Justificación teórica.....	3
1.5.2. Justificación práctica.	3

1.5.3. Justificación económica.....	3
1.5.4. Justificación ambiental	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	3

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	4
2.1.1. Primer antecedente:	4
2.1.2. Segundo antecedente:	5
2.1.3. Tercer antecedente:	5
2.1.4. Cuarto antecedente:	6
2.1.5. Quinto antecedente:	6
2.1.6. Sexto antecedente:.....	6
2.2. Bases teóricas – científicas.....	7
2.2.1. Pasivos ambientales mineros	7
2.2.2. Depósitos de desmonte	10
2.2.3. Elementos de depósito de desmonte.....	11
2.2.4. Construcción de un depósito de desmonte	12
2.2.5. Volumen del deposito	12
2.2.6. Disposición del deposito.....	13
2.2.7. Drenaje de mina	14
2.2.8. Estabilidad de taludes	14
2.2.9. Análisis sísmico	15
2.3. Definición de términos básicos.....	15

2.4.	Formulación de la hipótesis	17
2.4.1.	Hipótesis general.....	17
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	17
2.5.	Identificación de variables.....	18
2.5.1.	Variables para el problema general	18
2.5.2.	Variables para los problemas específicos	18
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	19

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación.	20
3.2.	Nivel de investigación.	20
3.3.	Métodos de investigación.....	20
3.4.	Diseño de investigación.	21
3.5.	Población y muestra.	21
3.5.1.	Población	21
3.5.2.	Muestra	21
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.6.1.	Técnicas.....	21
3.6.2.	Instrumentos.....	21
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	22
3.8.	Tratamiento estadístico.....	22
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	22

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de Campo	23
4.1.1. Ubicación	23
4.1.2. Acceso	24
4.1.3. Áreas de Influencia Directa del Proyecto	25
4.1.4. Áreas de Influencia Indirecta del Proyecto.....	25
4.1.5. Condiciones del terreno.....	26
4.1.6. Geotecnia.....	26
4.1.7. Hidrología.....	26
4.1.8. Sistema fluvial	27
4.1.9. Hidrología De La Zona de Influencia:	30
4.1.10. Sismicidad.....	31
4.1.11. Geomorfología.....	32
4.1.12. Geología Local	33
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	35
4.2.1. Estudio Geomecánico	35
4.2.2. Zonificación geomecánica de la masa rocosa	35
4.2.3. Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Rocas.....	35
4.2.4. Propiedades Físicas	36
4.2.5. Ensayo de Carga Puntual (Point Load Test).....	37
4.2.6. Resistencia a la Compresión Triaxial.....	37
4.2.7. Resistencia a la Tracción (Método Brasileiro).....	38
4.2.8. Propiedades Elásticas	39

4.2.9. Zonificación geomecánica de la masa rocosa	40
4.3. Prueba de hipótesis.....	43
4.3.1. Validación de Hipótesis General.....	43
4.3.2. Validación de Hipótesis Específicas	44
4.3.3. Parámetros de diseño	44
4.3.4. Análisis De Estabilidad:	48
4.3.5. Vías De Acarreo:	49
4.3.6. Condiciones De Sitio.	50
4.3.7. Hidrología E Hidrogeología.....	51
4.3.8. Geoquímica.....	52
4.3.9. Peligro Sísmico.	53
4.3.10. Identificación De Los Aspectos Ambientales.	53
4.3.11. Plan De Descarga.	57
4.3.12. Secuencia De Descarga.....	60
4.4. Discusión de resultados.....	74

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1 Operacionalización de variables e indicadores	19
Cuadro N° 2 Parámetros de forma de la Microcuenca Hércules.	30
Cuadro N° 3 Registro de Magnitudes de Eventos Sísmicos.....	32
Cuadro N° 4 Propiedades Físicas - Caja Techo y Piso	36
Cuadro N° 5 Propiedades Físicas – Mineral.....	36
Cuadro N° 6 Ensayo De Carga Puntual - Caja Techo y Piso	37
Cuadro N° 7 Ensayo De Carga Puntual Mineral.....	37
Cuadro N° 8 Ensayos De Compresión Triaxial - Caja Techo	38
Cuadro N° 9 Ensayos De Tracción Directa - Caja Techo y Piso.....	38
Cuadro N° 10 Ensayos De Tracción Directa Mineral.....	39
Cuadro N° 11 Propiedades Elásticas - Caja Techo y Piso	39
Cuadro N° 12 Propiedades Elásticas Mineral.....	40
Cuadro N° 13 Clasificación Geomecánica de la Masa Rocosa	41
Cuadro N° 14 Parámetros Geotécnicos de los materiales.....	48
Cuadro N° 15 Depósito de Desmonte Hércules	49
Cuadro N° 17 Parámetros Geoquímicos	52
Cuadro N° 18 Plan de Descarga 2020 - por Componente.....	58
Cuadro N° 19 Proyección de descarga en los depósitos de desmonte.	59

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 1 Generación de un pasivo ambiental.....	8
Gráfico N° 2 Gestión de pasivos ambientales mineros.....	9
Gráfico N° 3 Plan de manejo de pasivos ambientales.....	10
Gráfico N° 4 Imágenes de un botadero.....	10
Gráfico N° 5 Disposición del depósito.....	13
Gráfico N° 6 Botadero en laderas.....	13
Gráfico N° 7 Pendiente de un botadero.....	14
Gráfico N° 8 Ubicación de la UEA Lincuna.....	24
Gráfico N° 9 Laguna Santa Rosa.....	28
Gráfico N° 10 Laguna Santiago.....	29
Gráfico N° 11 Represamiento Huayhuash.....	29
Gráfico N° 12 Geología de Yacimiento UEA Huancapetí.....	33
Gráfico N° 13 Geología de Yacimiento UEA Huancapetí, vista de perfil.....	34
Gráfico N° 14 Estructuras Principales UEA Huancapetí.....	34
Gráfico N° 15 Depósito de Desmonte Hércules - Plan de descarga.....	45
Gráfico N° 16 Depósito de Desmonte Coturcán - Plan de descarga.....	46
Gráfico N° 17 Depósito de Desmonte Caridad - Plan de descarga.....	47
Gráfico N° 18 Sistema de Drenaje y Subdrenaje – Depósito de Desmonte Caridad. .	54
Gráfico N° 19 Canal de coronación.....	55
Gráfico N° 21 Sistema de Drenaje y Subdrenaje – Depósito de Desmonte Coturcan.	56
Gráfico N° 22 Berma de contención.....	56
Gráfico N° 23 Tubería con conducción a planta de tratamiento.....	57

Gráfico N° 24 Descarga Desmonte Por Mina	58
Gráfico N° 25 Descarga Desmonte Por Mina – Acumulado	59
Gráfico N° 26 Enero – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad.....	61
Gráfico N° 27 Febrero – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad.....	61
Gráfico N° 28 Marzo – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad	62
Gráfico N° 29 Abril – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad.....	62
Gráfico N° 31 Junio – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad.....	63
Gráfico N° 32 Julio – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad.....	64
Gráfico N° 33 Agosto – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad	64
Gráfico N° 34 Setiembre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad.....	65
Gráfico N° 35 Octubre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad	65
Gráfico N° 36 Noviembre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad	66
Gráfico N° 37 Diciembre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad	66
Gráfico N° 38 Enero – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Coturcan.....	67
Gráfico N° 39 Febrero – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Coturcan.....	67
Gráfico N° 40 Enero – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	68
Gráfico N° 41 Febrero – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	68
Gráfico N° 42 Marzo – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules.....	69
Gráfico N° 43 Abril – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	69
Gráfico N° 44 Mayo – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules.....	70
Gráfico N° 45 Junio – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	70
Gráfico N° 46 Julio – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	71
Gráfico N° 47 Agosto – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	71

Gráfico N° 48 Setiembre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	72
Gráfico N° 49 Octubre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules.....	72
Gráfico N° 50 Noviembre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules ...	73
Gráfico N° 51 Diciembre – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules	73

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Dentro de los procesos mineros una de las actividades es la explotación de los minerales, los cuales después de su extracción, se va generar material estéril llamado desmonte, los cuales van a tener que ser ubicados en zonas adecuadas, protegidos, controlados, estabilizados para evitar la contaminación de las áreas cercanas.

Para el caso de la mina Lincuna al reiniciar sus actividades mineras va a tener que realizar el proceso de acumulación de los desmontes que produce sus unidades, para lo cual va a tener que construir depósitos de desmonte los cuales deben ser seguros, adecuados, caso contrario pueden generar problemas debido a causas como: no hay un control adecuado de los depósitos, no se diseñó adecuadamente, no se cumplió con la reglamentación de construcción, por una acumulación excesiva y va a traer consecuencias como: generación de pasivos ambientales muy visibles, contaminación de drenajes visibles, peligros ambientales, tener problemas a futuro.

Todos estos aspectos hacen que se plantea la presente investigación, para poder diseñar un botadero de desmonte que sea adecuado, seguro, respetando las normativas ambientales.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

El lugar donde se realizará la investigación será las instalaciones de la Empresa Minera Lincuna S.A. que se halla ubicado en la región Ancash, provincia de Recuay, distrito de Ticapampa y Aija

1.2.2. Delimitación temporal

En tiempo estimado será de 6 meses

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál debe ser el diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.?

1.3.2. Problemas específicos

a. ¿Qué consideraciones técnicas se debe tener en el diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.?

b. Que aspectos ambientales se debe considerar en el diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Contar con un diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

a. Determinar los aspectos técnicos del diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.?

b. Considerar los aspectos ambientales en el diseño de los depósitos de desmonte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.?

1.5. Justificación de la investigación

Se justifica la realización del estudio desde:

1.5.1. Justificación teórica

Justifica porque los datos que podemos obtener servirán para poder realizar un diseño de depósitos de desmonte en dicha empresa, así como también puede ser de utilidad para otras empresas mineras.

1.5.2. Justificación práctica

El diseño que proponemos será de gran utilidad para la empresa minera Lincuna S.A. evitando los problemas que se pueden generar.

1.5.3. Justificación económica

La investigación aportara datos que pueden reducir costos al ejecutarse el diseño del depósito de desmonte, beneficiando a la empresa.

1.5.4. Justificación ambiental

Ayudará a poder reducir la contaminación ambiental que se puede producir a lo largo de su funcionamiento de la relavera.

1.6. Limitaciones de la investigación

En cuanto a las limitaciones o inconvenientes al realizar la investigación esperamos tener pocos inconvenientes, un aspecto podría ser poca información al respecto, y contar con profesionales experimentados en dicha materia.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

Dentro de los antecedentes que se relacionan con la investigación propuesta tenemos:

2.1.1. Primer antecedente

Tesis presentada por (ORTIZ S. , 2011) titulado “Impacto ambiental producido por los botaderos de desmonte y pads de lixiviación en la MINA SANTA ROSA DE PUNO” tiene como objetivo: conocer cómo afecta al medio ambiente el material acumulado en los botaderos tanto el de desmonte como de los pads.

Como conclusión tenemos:

- Se determinó que, si impactan al medio ambiente, los materiales depositados en los botaderos; con un pH mayor al límite permisible, en el caso del cianuro, cobre, plomo, zinc, arsénico están por debajo del límite permisible, la concentración del hierro se halla por encima del límite permisible.
- Se determinó que el Angulo de talud del botadero es de 30°, altura de 15m y un factor de seguridad de 1.5; para el caso del pad de lixiviación se tiene un talud de 26°, altura de 8m y nivel de 6m.

2.1.2. Segundo antecedente

En la tesis que tiene por título “Evaluación de la estabilidad física, química e hidrológica, para el cierre definitivo, del depósito de desmonte N8-PO, aplicando un modelo numérico, Huancavelica 2019” presentado por (PANEZ, 2021) el objetivo planteado fue mediante un método numérico evaluar las condiciones físicas, hidrológicas, químicas del botadero N8-PO.

Como resultados se tiene:

- Concluye que la desmontera N8-PO es inestable debido al exceso de carga y pueden colapsar en cualquier momento, el factor de seguridad se halla por debajo de 1.
- Hidrológicamente el depósito de desmonte es estable debido a la baja escorrentía que tiene las cuencas.
- El análisis geoquímico demuestra que la desmontera es estable y no genera acidez.
- Cambiando el talud a la relación de 2H:1V usando geocelda se mantiene la estabilidad del depósito.

2.1.3. Tercer antecedente

La tesis que tiene por título “diseño de botaderos de desmonte en open pit usando minesight 7.0 E.E. Pirámide CIS CUAJONE” de (ORTIZ W. , 2016) tiene como objetivo, realizar el diseño del botadero de desmonte utilizando el software MineSight.

Como conclusiones se tiene:

- Al depositar el desmonte en los dos botaderos en los años 2016- 2018 se ahorra 10,46 millones de dólares.
- La cantidad de material a depositar llega a 336 millones de tn.
- El material depositado no genera acides, el ángulo de fricción interna para el botadero Cuajone es 37° y para el botadero Cocotea Oeste 39°.

2.1.4. Cuarto antecedente

La tesis “Factibilidad para la ampliación del botadero mediante el análisis de estabilidad de taludes en mina Summa Gold Corporation” sustentado por (HONORIO, 2021) tiene como objetivo ampliar la vida del depósito analizando la estabilidad del talud en dicha mina.

Como conclusión se tiene:

- Si es factible la ampliación del botadero, al realizar el análisis de estabilidad, dando factores de seguridad de 1.78 y 1.75 en el análisis estático y de 1.12 y 1.24 en el análisis pseudo estático
- También se realizaron análisis hidrológicos, sismológicos, sísmico, geomecánicas, los cuales corroboran la factibilidad de ampliación del depósito de desmonte.

2.1.5. Quinto antecedente

La tesis “estudio minero para el diseño del depósito de desmonte con muro de contención en una mina subterránea, Cajabamba 2020” presentado por (BAUTISTA, 2020) lleva como objetivo diseñar un depósito de desmonte con muro de contención.

Como conclusión se tiene:

- Es factible la construcción del depósito de desmonte mediante un muro de contención con tres niveles.
- Se debe construir canales de derivación de aguas y canales interbanquetas
- La vida de depósito de desmonte es de 7.6 años, con una capacidad de 31,064.58 m³ y 83874,3693 tn.

2.1.6. Sexto antecedente

La tesis intitulada “Estudio geotécnico para la estabilidad del talud del depósito de desmonte Santa Rosa del proyecto Santa Rosa - Arequipa” presentada por (VILCA, 2019) cuyo objetivo fue. Conocer las condiciones

geotécnicas del material, así como del lugar donde se construirá la desmontera del proyecto Santa Rosa.

Como conclusión se tiene:

- Se logro determinar los siguientes parámetros del depósito de desmonte: precipitación máxima, caudal máximo de salida, densidad mínima seca, coeficiente de sismicidad, caudal de flujo hiperconcentrado.
- Los parámetros del desmonte determinados son: peso específico, cohesión, pendiente, tipo de material de cimentación, perfiles geotécnicos
- Se realizo el análisis químico de la fundación y del desmonte, verificando que el desmonte no genera drenaje acido.
- La capacidad de la fundación Santa Rosa es de 196,511.00 m³, para albergar 422,500.00 tn, y un tiempo de vida de 10.2 años.
- Del análisis físico se desprende que el factor de seguridad está por encima de los mínimos permisibles, 1.5 estático y 1.3 pseudoestáticas.

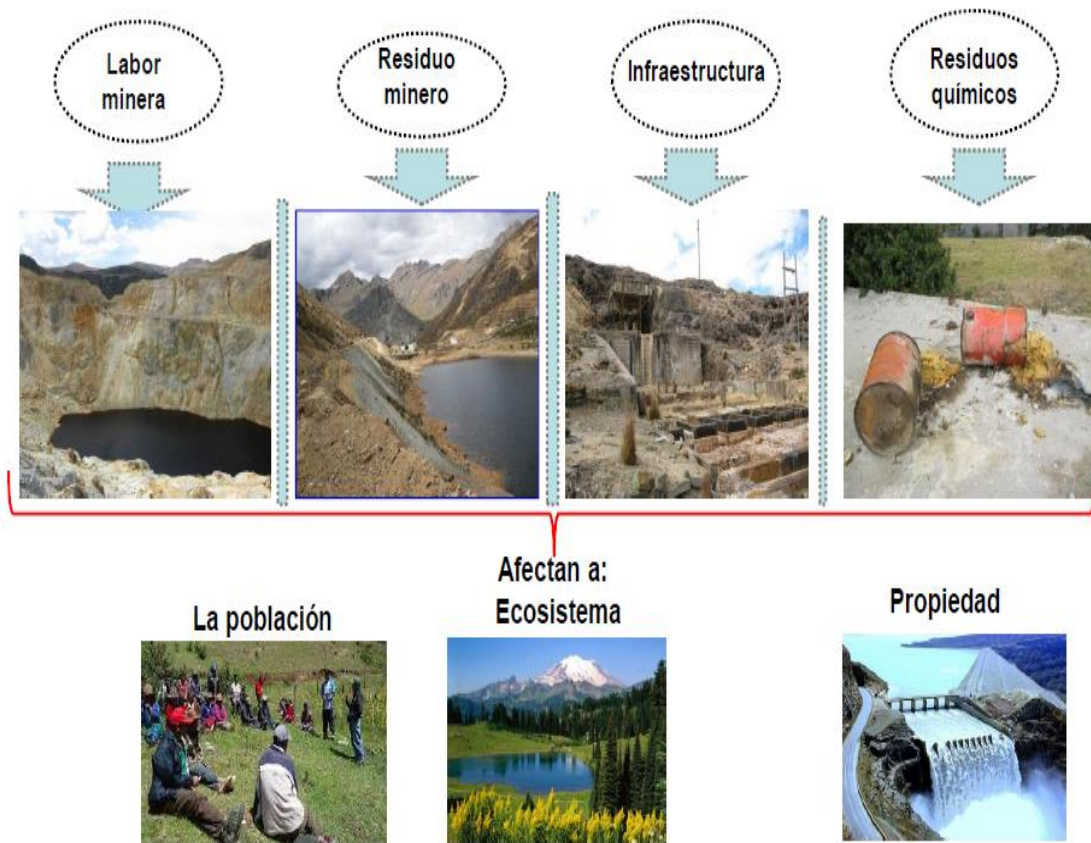
2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Pasivos ambientales mineros

“Aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, abandonadas o inactivas a la fecha de vigencia de la Ley, y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS , 2004)

Gráfico N° 1

Generación de un pasivo ambiental



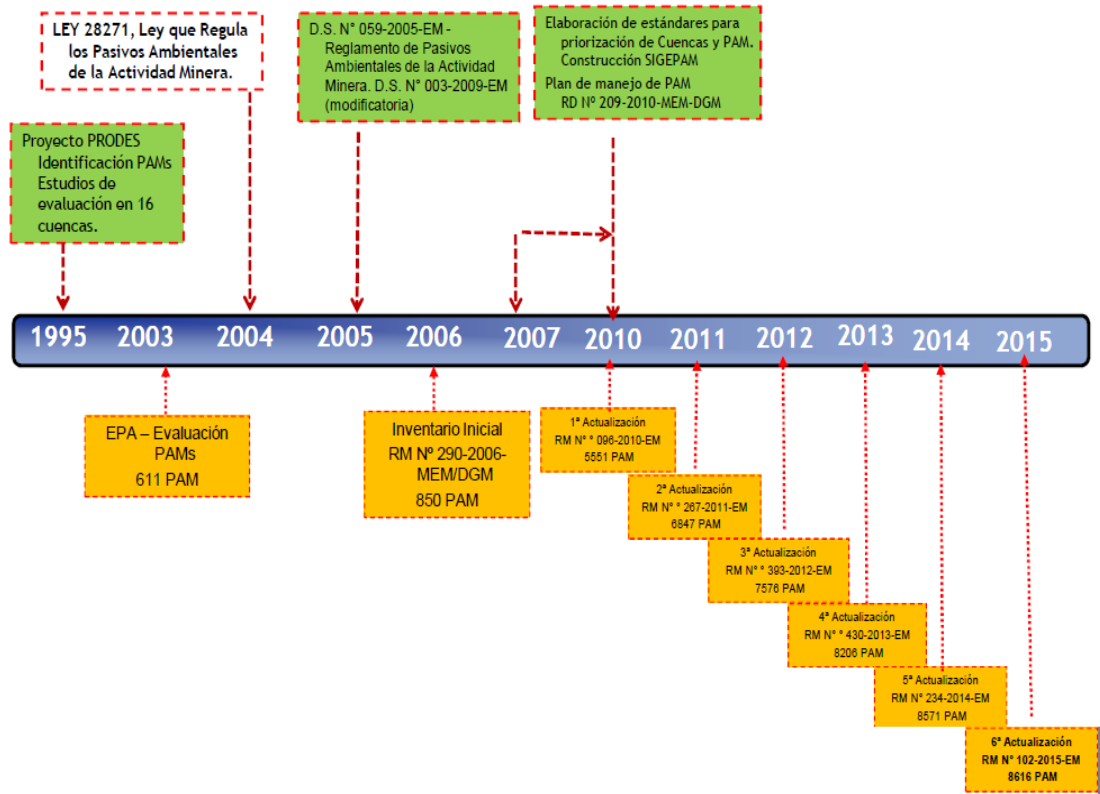
➤ **Gestión de pasivos ambientales mineros**

Comprende una serie de normas que el estado ha publicado referente a los pasivos ambientales, desde el año 1995 al 2015, así tenemos identificación de pasivos ambientales, estudio de evaluación en 16 cuencas, ley 28271 ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, D.S. N° 259-2005-EM reglamento de pasivos ambientales de la actividad minera, elaboración de estándares para priorización de cuencas, plan de manejo de pasivos ambientales RD N°209-2010-MEN-DGM, entre otros (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS , 2004).

Gráfico N° 2

Gestión de pasivos ambientales mineros

GESTIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES MINEROS



➤ Plan de manejo de los pasivos mineros

“El plan de manejo de los pasivos ambientales comprende cuatro fases:

Fase I: Actualización del inventario, identificación, caracterización, priorización de los PAMs de acuerdo al riesgo

Fase II: Determinación de los responsables generadores de los PAMs

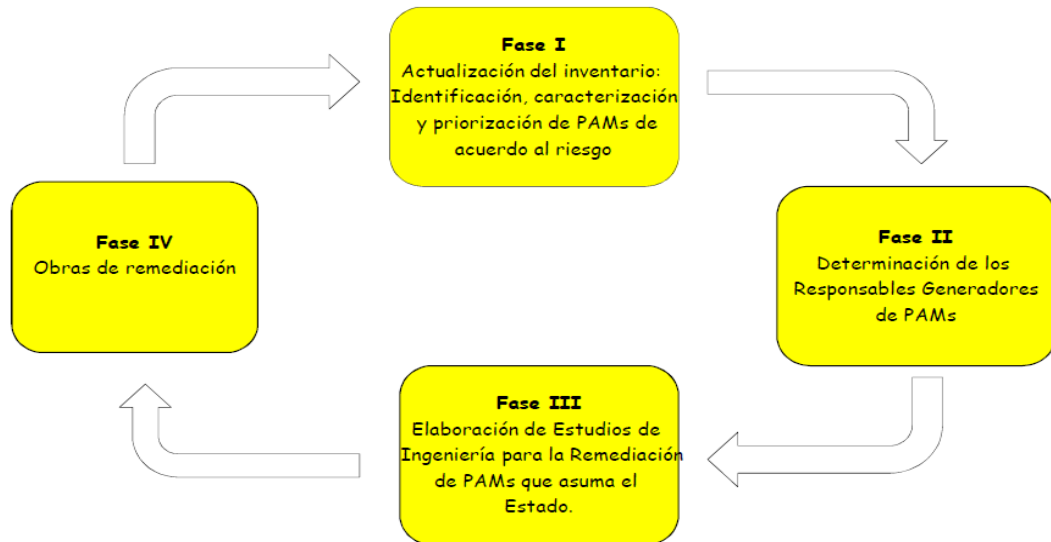
Fase III: Elaboración de estudios de ingeniería para la remediación de PAMs que asume el estado

Fase IV obras de remediación” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS , 2004).

Gráfico N° 3

Plan de manejo de pasivos ambientales.

PLAN DE MANEJO DE PAMs



2.2.2. Depósitos de desmonte

Comprende “como el material de contenido mineral de baja utilidad económica, las cuales estas se acumulan en un lugar determinado para luego realizar un proceso de compactación y acumulación” (SACACHIPANA, YERVA, 2021).

Gráfico N° 4

Imágenes de un botadero



➤ **Desmante**

“Es aquel material de tamaño variable que se encuentra de forma acumulada o apilada en el botadero, este material por lo general es procedente de trabajos efectuados en las labores mineras” (SACACHIPANA, YERVA, 2021)

➤ **Tipos**

a) Por su dimensionamiento

“Se define como botadero a aquel material acumulado que sobrepasa los 25 mil metros cúbicos, el cual se subdivide en: Pequeños (altura entre los 15-20 metros cúbicos), Medianos (Altura entre los 20-30 metros cúbicos) y Grandes (Su altura sobrepasa los 30 metros cúbicos)” (SACACHIPANA, YERVA, 2021).

b) Por el riesgo

Estas se clasifican según el riesgo que se tendrá las cuales se mencionan las siguientes;

Riesgo AI: RIESGO CERO

Riesgo AII: RIESGO MODERADO

Riesgo AIII: RIESGO ALTO. (SACACHIPANA, YERVA, 2021)

2.2.3. Elementos de depósito de desmante

➤ **La forma del depósito**

“La forma o geomorfología es el lugar donde se va depositar, apilar o compactar el material, es importante conocer sus características” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, 2001).

➤ **Material**

“El material a depositar puede ser variable de finos a gruesos, conformando el desmante y formando el talud del depósito” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, 2001).

➤ **Altura del depósito**

“La altura que pueden llegar a tener un botadero es variable, pueden ser pequeños, medianos, grandes; llegando a tener alturas desde 10 m. y llegar a medir los 100 m” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, 2001).

➤ **Longitud del deposito**

“En cuanto a la longitud de la relavera esta puede estar entre 75 a 100 metros, para lo cual se tendrá en cuenta los equipos empleados en la descarga y la seguridad con que realizamos.” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, 2001).

➤ **Ancho de plataforma**

“Referente al ancho estará en función del tamaño del área que muestra la relavera y vemos que esta es bastante diferente de relavera a relavera, también influye la forma del terreno y del material que se descarga.” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, 2001).

2.2.4. Construcción de un depósito de desmonte

El diseño geométrico de un depósito de desmonte se realiza considerando la información obtenida en los ensayos in situ y de laboratorio, el análisis teórico y la modelización numérica. Sin embargo, en el proceso de optimización y aprovechamiento de los espacios sobre el cual se emplazan estas estructuras requiere un mayor conocimiento del material a analizar con el objeto de conocer los comportamientos elastoplásticos ante una posible falla. (VILLANUEVA, LINO, HUAÑA, 2017)

2.2.5. Volumen del deposito

El cálculo del volumen a utilizar en los botaderos, se realiza con el fin de estimar el espacio físico necesario para la adecuada disposición del material estéril, de modo que podamos definir el lugar o lugares donde se dispondrán dicho material. En función de la necesidad y considerando los aspectos económicos involucrados (costos en el transporte, distancia, discriminación entre estéril con leyes de fino interesantes (es decir potencialmente explotables),

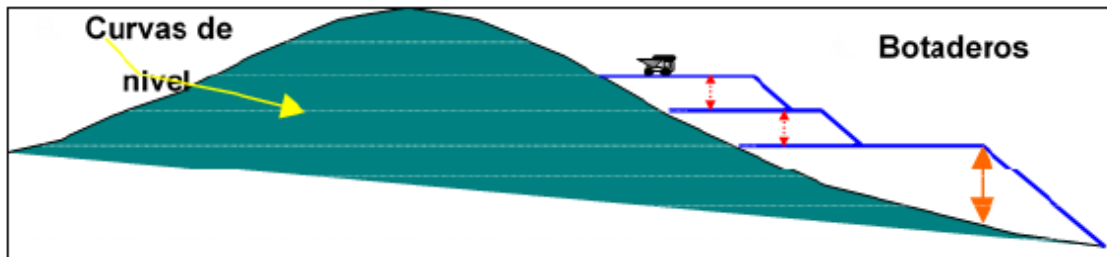
tipo de material (oxidado, sulfurado, suelo) y su potencial, uso futuro o su potencial efecto sobre el medio ambiente (ORTIZ, 2016)

2.2.6. Disposición del deposito

“Comúnmente se disponen los residuos minerales en las laderas de los cerros circundantes a la explotación, más que nada por razones de simplicidad en la descarga, mantención y estabilidad, además que se encuentra disponible un mayor espacio para la actividad y ésta se puede realizar de una manera más uniforme” (ORTIZ, 2016)

Gráfico N° 5

Disposicion del deposito

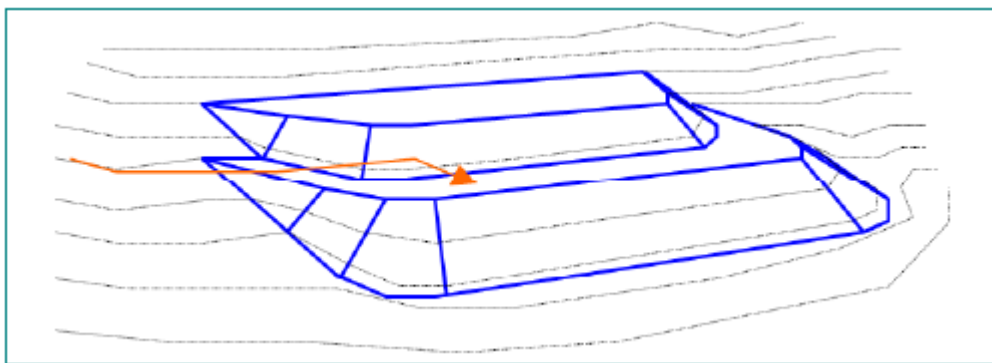


➤ **Banquetas o capas**

“Es una Sección geométrica resultante, construida a intervalos, que permite disminuir el ángulo efectivo del talud protegiéndolo contra la erosión y la infiltración” (VILCA, 2019).

Gráfico N° 6

Botadero en laderas



2.2.7. Drenaje de mina

Para determinar el tipo de drenaje es necesario hacer un estudio detallado de las condiciones físicas del medio, el clima de lugar y una caracterización de los efluentes de mina, para ello, se realizan muestreos de agua y sedimentos para su análisis en laboratorio y determinar las concentraciones metálicas presentes, también se recurre a la medición in-situ de parámetros como: pH, contenido de oxígeno, potencial redox, conductividad, temperatura, Fe, acidez/alcalinidad, turbidez y otros (VILCA, 2019)

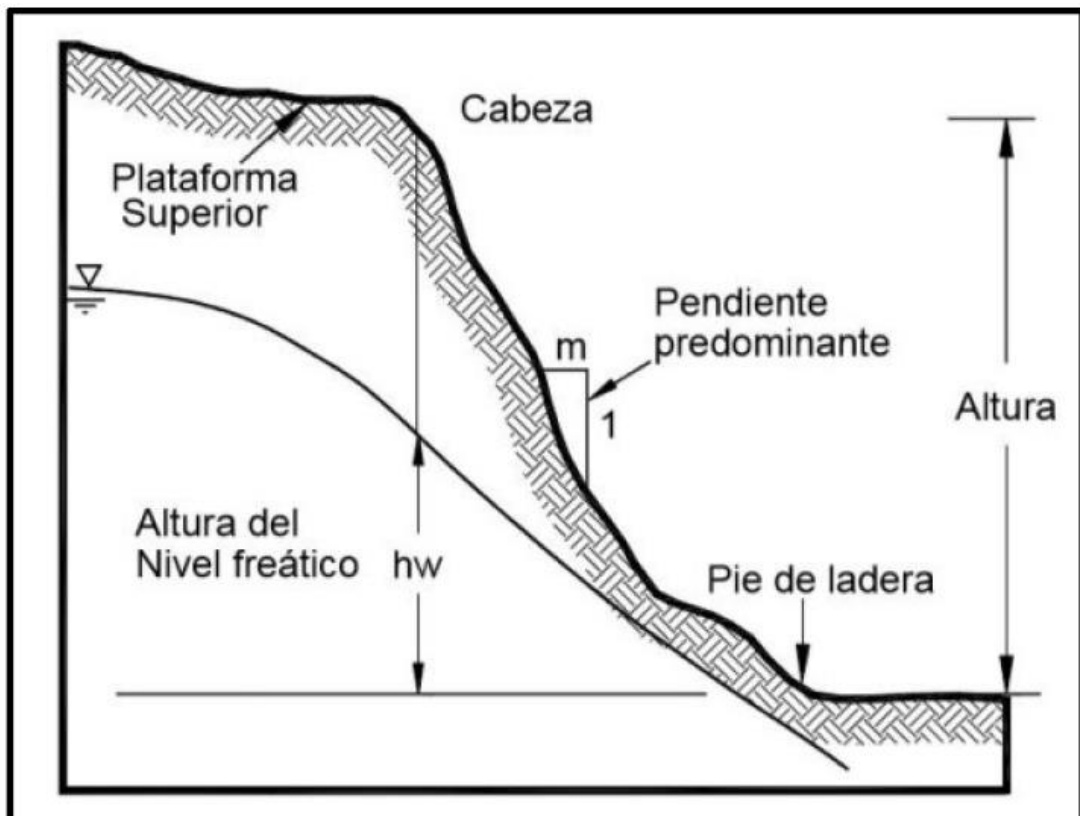
2.2.8. Estabilidad de taludes

Talud.

“En la pendiente que se forma al depositar el desmonte, formándose laderas artificiales como la que forman los relaves, los desmontes, el control de la pendiente del talud es importante” (BAUTISTA, 2020).

Gráfico N° 7

Pendiente de un botadero



➤ **Factor de seguridad de los taludes**

“Es el coeficiente FS del talud, relacionado a firmeza al corte con el esfuerzo cortante sobre la superficie de falla crítica, el factor de seguridad debe ser mayor a 1.” (BAUTISTA, 2020).

➤ **Estabilidad de un talud**

“Se refiere a la seguridad de una masa de tierra contra la falla o movimiento, siendo la primera medida definir criterios de estabilidad de taludes, por lo que se entiende cuál será la inclinación apropiada en un corte o un terraplén” (BAUTISTA, 2020).

➤ **Factores que afectan la estabilidad del talud**

“Entre los principales factores que afectan a la estabilidad del talud son:
Forma de construcción,
Geometría del talud,
Sistema de drenaje,
Las aguas subterráneas,
Las propiedades de la roca” (BAUTISTA, 2020).

2.2.9. Análisis sísmico

“Es el resultado de la propagación de las ondas sísmicas sobre el talud, estos movimientos podrían generar una falla sobre el talud, es muy importante controlar este tipo de movimientos” (BAUTISTA, 2020).

2.3. Definición de términos básicos

a) Capacidad de depósito de desmonte: “Comprende la cantidad de material estéril que puede almacenar un depósito, también expresada en vida útil considerando la producción de mineral” (VILCA, 2019)

b) Depósito de desmonte: “El desmonte de mina o mineral de baja ley, es el material rocoso removido por medio de voladura en tajos o excavaciones subterráneas para poder exponer el mineral económico, En consecuencia, y en particular en el caso de operaciones de cielo abierto o tajos, el desmonte

de mina es producido en grandes volúmenes, la mayoría de las veces mayores que los del propio mineral” (VILCA, 2019)

- c) **Factor de seguridad:** “Es una relación entre la carga última sobre la carga admisible el cual se tiene valores estandarizados para determinar si una estructura es estable o inestable” (VILCA, 2019)
- d) **Hidrología:** La hidrología, como ciencia, se ocupa del estudio del ciclo del agua en la naturaleza y sus cambios de estado del agua a nivel superficial y subterráneo. (VILCA, 2019)
- e) **Magnitud sísmica:** “La magnitud es la medición cuantitativa de la energía liberada en un sismo. Para una valoración objetiva de la magnitud de los terremotos es necesario utilizar instrumentos adecuados como los sismógrafos y acelerógrafos” (VILCA, 2019)
- f) **Pasivos Ambientales Mineros:** “Son aquellos elementos, tales como instalaciones, edificaciones, infraestructuras, superficies afectadas por vertidos, depósitos de residuos mineros, tramos de cauces perturbados, áreas de talleres, parques de maquinaria o parques de mineral que, estando en la actualidad en entornos de minas abandonadas o paralizadas, constituyan un riesgo potencial permanente para la salud y seguridad de la población, para la biodiversidad y para el ambiente” (ASOCIACION DE SERVICIOS DE GEOLOGIA Y MINERIA IBEROAMERICANOS, 2020)
- g) **Remediación** “El conjunto de acciones y medidas adecuadas para el control, reducción o eliminación del riesgo, para la vida o salud de las personas o para el medio ambiente, de un pasivo ambiental minero, hasta un grado tal que el riesgo se reduce a un nivel aceptable y no significativo” (ASOCIACION DE SERVICIOS DE GEOLOGIA Y MINERIA IBEROAMERICANOS, 2020).
- h) **Riesgo:** “Es la amenaza de ocurrencia de un evento en condiciones de vulnerabilidad a la población, los bienes, servicios y el medio ambiente, o la

estimación conjunta de la probabilidad y severidad de un efecto adverso para la vida, la salud, la propiedad o el medio ambiente” (ASOCIACION DE SERVICIOS DE GEOLOGIA Y MINERIA IBEROAMERICANOS, 2020)

- i) **Taludes:** “Se denomina talud a cualquier superficie inclinada, de un macizo rocoso o suelo, que forme un ángulo con la horizontal. Los taludes pueden ser clasificados en taludes naturales, que básicamente son las pendientes naturales, y en taludes contruidos que pueden ser los terraplenes o los cortes de terreno” (VILCA, 2019)

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Se plantea la Hipótesis que la implementación de este diseño geotécnico avanzado, resultará en una reducción significativa de los riesgos de deslizamiento y filtración de contaminantes en los depósitos de desmonte de la Mina Lincuna. Además, se espera que este diseño optimizado permita una gestión más eficiente de los residuos mineros y un cumplimiento más sólido de las regulaciones ambientales vigentes.

2.4.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica a

Se plantea que la instalación de revestimientos geo sintéticos en los depósitos de desmonte mejorará la impermeabilización de los mismos, reduciendo así la filtración de contaminantes y minimizando el impacto ambiental en los cuerpos de agua circundantes.

Hipótesis específica b

Se plantea que la implementación de un sistema de gestión de residuos mineros más eficiente, que incluye la segregación y reciclaje de materiales útiles, reducirá el volumen total de desmonte depositado y mejorará la sostenibilidad económica y ambiental de la Mina Lincuna.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables para el problema general

Tipo de diseño para los depósitos de desmonte.

2.5.2. Variables para los problemas específicos

Variable del problema específico a

Parámetros técnicos específicos del diseño.

Variable del problema específico b

Medidas de mitigación ambiental implementadas en el diseño.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Cuadro N° 1

Operacionalización de variables e indicadores

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCION	INDICADORES
<p>3.5.1 Variables para del problema general depósitos de desmonte</p> <p>3.5.2 Variables para los problemas específicos Variable del problema específico a consideraciones técnicas Variable del problema específico b aspectos ambientales</p>	<p>Depósito de desmonte. El desmonte de mina o mineral de baja ley, es el material rocoso removido por medio de voladura en tajos o excavaciones subterráneas para poder exponer el mineral económico. En consecuencia, y en particular en el caso de operaciones de cielo abierto o tajos, el desmonte de mina es producido en grandes volúmenes, la mayoría de las veces mayores que los del propio mineral. (VILCA, 2019)</p>	<p>En la investigación vamos a determinar el diseño de los depósitos de desmonte, consideraciones técnicas, aspectos ambientales</p>	<p>diseño de los depósitos de desmonte -Mina Hércules -Mina Cuturcan -Mina Caridad</p>	<p>-Parámetros de diseño -Análisis de estabilidad -Vías de acarreo -Condiciones de sitio -Hidrología -Geoquímica -Sismicidad -Aspectos ambientales</p>

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es el aplicado porque vamos a realizar un diseño de un botadero de desmonte en la mina Lincuna, entendiendo que es aplicado por “Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías” (TAMAYO Y TAMAYO, 2003).

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es el descriptivo y analítico, debido a que “En tales estudios se muestran, narran, reseñan o identifican hechos, situaciones, rasgos, características de un objeto de estudio, o se diseñan productos, modelos, prototipos, guías, etcétera, pero no se dan explicaciones o razones de las situaciones, los hechos, los fenómenos, etcétera” (BERNAL, 2010)

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es el científico, a través de los métodos deductivo y el de análisis; como manifiesta que “Este método de razonamiento consiste en tomar conclusiones generales para obtener explicaciones particulares. el método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas,

leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares” (TAMAYO Y TAMAYO, 2003).

3.4. Diseño de investigación

El diseño es el no experimental debido a que no haremos experimentos ni modificaremos las variables, como dice “Investigación no experimental Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” (HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, 2014).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

En este caso la población lo constituye toda la instalación de la Empresa Minera Lincuna S.A.

3.5.2. Muestra

Lo constituye la zona donde se construirá el depósito y el material de desmonte.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se empleó en nuestra investigación fueron

3.6.1. Técnicas

Emplearemos técnicas que nos permitan obtener información y datos, para lo cual haremos uso de:

- La técnica de observación directa de la zona donde se diseñará
- Revisión documental, información sobre depósitos de desmonte.
- Pruebas de campo y análisis

3.6.2. Instrumentos

Dentro de los instrumentos a usarse tenemos:

- Equipos de topografía
- Planos geotécnicos

- Planos geofísicos
- Laboratorio de mecánica de suelos y rocas
- Balanzas
- Computadoras
- Software slide 5.0
- Informes
- Planos

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Contando con los datos de campo se procede a procesar los datos; recopilando, clasificando todos los datos hallados, analizando los resultados geotécnicos, físicos, químicos del material de desmonte, elaboración de los planos de diseño.

3.8. Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico de los datos recopilados en esta investigación desempeña un papel fundamental en la obtención de resultados significativos y en la validación de nuestras hipótesis. Nuestra metodología de investigación incluye la recopilación de datos sobre parámetros geotécnicos, aspectos ambientales y otras variables relevantes para el diseño de depósitos de desmonte de las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Durante el desarrollo del estudio conservamos los principios de la ética, respetando los valores sociales y científicos, nuestra filosofía aboga por un enfoque interdisciplinario y colaborativo, y nuestra epistemología se basa en la construcción y revisión constante del conocimiento.

CAPITULO IV

RESULTADOS y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de Campo

4.1.1. Ubicación

“La Unidad Económica Administrativa Lincuna, se ubica en el Distrito de Aija, Departamento de Ancash

La zona de estudio, tiene la siguiente ubicación:

- Distritos: Tica pampa y Aija
- Provincias: Recuay, Aija

Departamento: Ancash” (EMPRESA MINERA LINCUNA S. A., 2018)

“El campamento de Hércules tiene las siguientes coordenadas:

Coordenadas Geográficas

Coordenadas UTM

Longitud Oeste: 77° 33´

Este: 219565

Latitud Sur: 90° 46

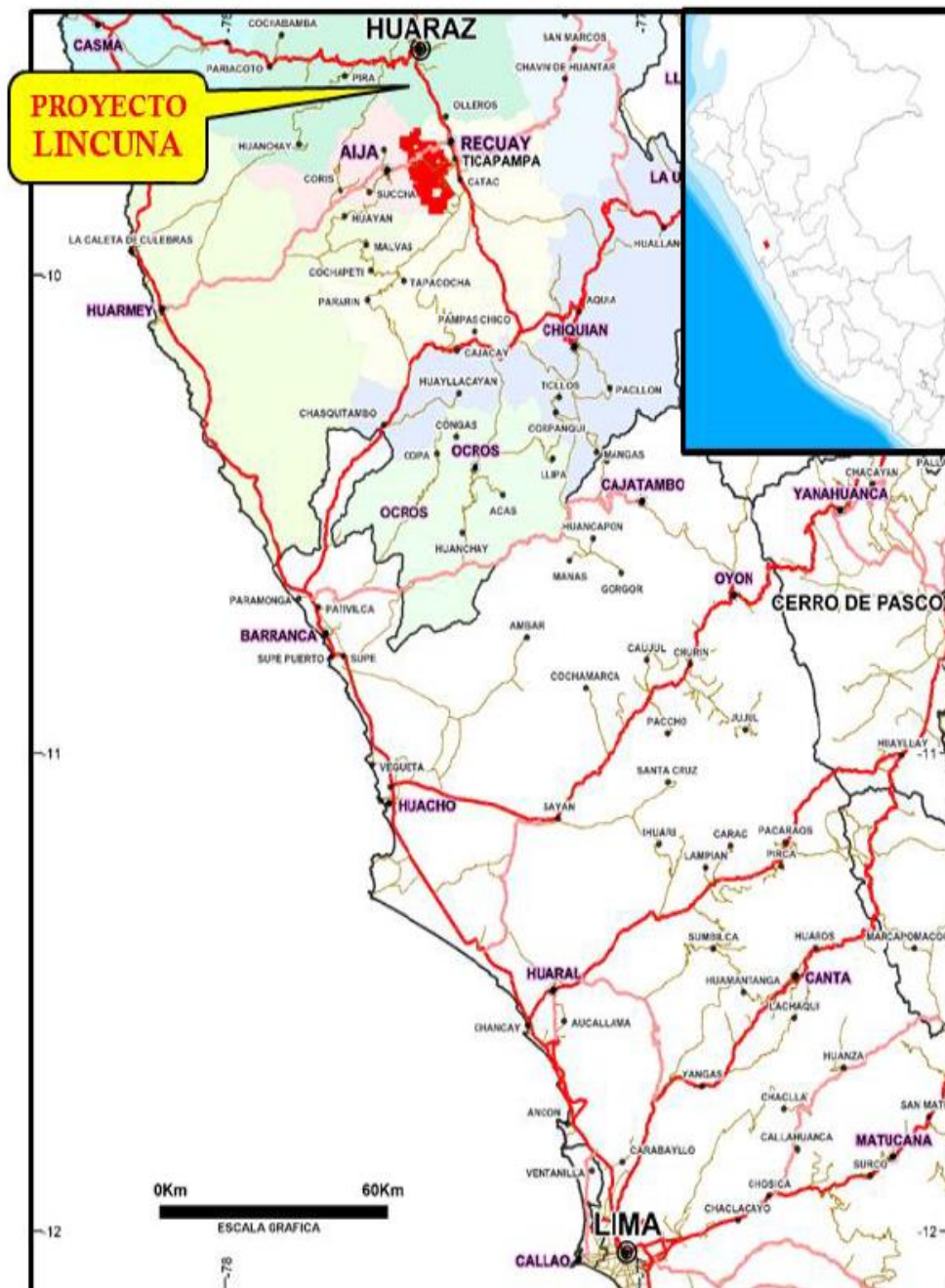
Norte: 8919502

Altitud

4,160 m” (EMPRESA MINERA LINCUNA S. A., 2018)

Gráfico N° 8

Ubicación de la UEA Lincuna



4.1.2. Acceso

“Las vías de comunicación, son:

CARRETERA

- Lima-Ticapampa Lincuna: 375 Km 5 horas
- Ticapampa-Hércules: 30 Km 1 hora (carro)”

“Huaraz, capital del departamento, está al noreste de Ticapampa. La carretera, que une Lima con Huaraz, es una pista asfaltada; mientras la que une Ticapampa con Hércules es afirmada” (EMPRESA MINERA LINCUNA S. A., 2018)

4.1.3. Áreas de Influencia Directa del Proyecto

El área de influencia directa (AID) comprende aproximadamente 2,874.58 has de extensión, en partes de ellas se ubican las referidas concesiones mineras y la otra parte de esta área se encuentran fuera de las concesiones. Las áreas de influencia directa de los proyectos abarcan las áreas de los denuncios Acumulación Alianza N°10 y 15, y la mitad de la parte norte de la concesión Acumulación Alianza N°1. Además, se enmarcan dentro de los micros cuencas del Sipchoc, Hércules, Santiago y Pallca (EMPRESA MINERA LINCUNA S. A., 2018)

4.1.4. Áreas de Influencia Indirecta del Proyecto

Son las zonas que abarcan las poblaciones de Recuay, Aija, Ticapampa, en los aspectos socioeconómicos y de intereses humanos. Políticamente dichas poblaciones pertenecen a dos provincias de la Región Ancash, que son la Provincia de Recuay a la cual pertenecen los Distritos de Ticapampa y la Provincia de Aija, a la cual pertenece el Distrito de Aija, que, por sus importancias sociales, humanas y comerciales, tendrán relaciones indirectas con los proyectos mineros y metalúrgicos. Además, se encuentran enmarcadas dentro de las microcuencas de Collaracra, Jinchis y Llacsha, a parte de las mencionadas en el área de influencia directa.

El área de influencia indirecta (AII) abarca un área de aproximadamente 11,145.33 has, llegando hasta parte de la cuenca del río Santa por el lado NE, así como del río la Merced por el lado NW (EMPRESA MINERA LINCUNA S. A., 2018)

4.1.5. Condiciones del terreno

El área de la producción minera y metalúrgica de la UEA Lincuna, se ubican en las áreas de las cúspides de la Cordillera Negra, donde los terrenos presentan formaciones superficiales abruptas y onduladas para dar lugar a pampas algo inclinadas sobre las que se conforman lagunas. Las cúspides intermedias son constituidas por batolitos ígneos que conforman unas geomorfologías estructurales características. Las descripciones de las características geomorfológicas pueden ser las siguientes:

- Meseta Alto Andina
- Cañón de Erosión
- Valles de Erosión (EMPRESA MINERA LINCUNA S. A., 2018)

4.1.6. Geotecnia

La geotecnia es la rama técnica de la geología que se debe conocer para diferenciar en el terreno las condiciones técnicas ligadas a la geología de las obras a construirse en superficie. En el proyecto se deben conocer geotécnicamente las cimentaciones de las obras que se construirán en la Planta de Tratamiento Metalúrgico Lincuna y la zona de depósito de desmonte, las fundaciones de la relavera a acumularse en el futuro. Los aspectos geotécnicos en otras obras serían las relacionadas a la construcción civil de los campamentos, oficinas, talleres y edificios que tienen que ver con las operaciones logísticas. Consecuentemente se realizarán los estudios geotécnicos en la zona de la planta metalúrgica y en las áreas de los campamentos que por ahora se ubican cerca a la bocamina Hércules.

4.1.7. Hidrología

“La hidrología comprende las concesiones Alianza N°1, Alianza N°10 y Acumulación Alianza N°15, ubicadas en las provincias Recuay y Aija, Región Ancash, Desde el punto de vista hidrográfico, las concesiones se ubican en las microcuencas de las quebradas Sipchoc, Concush, Cashacancha, Jinchis, y

Llacsha, en la vertiente oriental y quebradas Hércules y Pallca” (EMPRESA MINERA LINCUNA S. A., 2018)

- **Cuencas Subcuencas y Microcuencas:** El Proyecto Huancapetí, desde el punto de vista hidrográfico, se inscribe tanto en la vertiente occidental como oriental de la Cordillera Negra. Involucra las siguientes Sub cuencas:

Por la vertiente Occidental:

- Sub cuenca Quebrada Santiago-Cuenca del Río Huarmey.
- Micro cuencas:
 - Quebrada Pallca
 - Quebrada Santa Rosa
 - Quebrada Hércules

Por la vertiente Oriental:

- Sub cuenca Quebrada Sipchos-Cuenca del Río Santa.
- Sub cuenca Quebrada Sincune-Cuenca del Río Santa.
- Sub cuenca Quebrada Chiriach -Cuenca del Río Santa.
- Sub Cuenca Quebrada Casacancha-Cuenca del Río Santa.
- Sub Cuenca Quebrada Collaragra-Cuenca del Río Santa

4.1.8. Sistema fluvial

- **Ríos:** El Proyecto Huancapetí está relacionado con los sistemas fluviales de los ríos Huarmey y Santa. Ambos ríos pertenecen a la hoya hidrográfica del Pacífico, en donde desembocan
- **Lagunas:** Minera Lincuna está relacionado directa e indirectamente con el siguiente sistema de lagunas:

En el sistema fluvial del Río Huarmey se presentan las lagunas Santiago y Santa Rosa. Ambas lagunas se encuentran interconectadas y aportan al represamiento Huayhuash, el mismo que está implementado de un dique de piedra, reforzado recientemente con un dique de concreto.

- **Laguna Santa Rosa:** Corresponde a una laguna que presenta un dique de mampostería de piedra, con una válvula de salida ubicada en las coordenadas UTM

- E 22,932;

- N 8'919,352 y a 4513 m.s.n.m.

El volumen de almacenamiento estimado es de 66,300 m³ y un volumen muerto de 22,100 m³.

Gráfico N° 9

Laguna Santa Rosa



- **Laguna Santiago:** Corresponde a una laguna con dique artificial de baja altura, ubicada en las coordenadas UTM

- E 221,344;

- N 8'919,414 y a 4550 m.s.n.m.

Se estima un volumen de almacenamiento normal en 52,200 m³ y volumen muerto de 26,100 m³

Gráfico N° 10

Laguna Santiago



- **Represamiento Huayhuash:** Este represamiento se produce porque cuenta con un dique de mampostería de piedra, cuya válvula de descarga se encuentra en las coordenadas UTM
 - E 220,340 y
 - N 8'919,302.

El volumen de almacenamiento estimado es de 81,225 m³, y volumen muerto estimado en 23,465 m³.

Gráfico N° 11

Represamiento Huayhuash



En la vertiente Huancapetí – Recuay, se presenta un sistema hidráulico que comprende las lagunas de Tuctu, Llacsha, Jinchis, y un reservorio en Huancapetí.

La Laguna Llacsha, tiene un espejo de agua aproximada de 73,379 m³, en tanto que la laguna Tuctu presenta un espejo de agua de 23,134 m², las cuales están interconectadas por un sistema de bombeo y canales, al represamiento de Jinchis, el cual cuenta con un espejo de agua de aproximado de 13,941 m², y finalmente un represamiento frente a la planta de producción, con un volumen de almacenamiento aproximado de 8,194.83 m³.

4.1.9. Hidrología De La Zona de Influencia:

“Hidrológicamente la Quebrada Hércules desemboca en el río Aija, perteneciente a la Cuenca Huarmey. Administrativamente se encuentra bajo la jurisdicción de la IV Autoridad Administrativa del Agua –Huarmey Chicama” (HUANUQUEÑO, 2019)

Cuadro N° 2

Parámetros de forma de la Microcuenca Hércules.

Parámetros Geomorfológicos	Unidades	Microcuenca Hércules
Área de la cuenca	km ²	3.94
Perímetro	km	9.4
Coficiente Compacidad (Cc)	-	1.3
Longitud de la cuenca (Lc)	km	3.4
Longitud cauce principal (L)	km	2.85
Factor de Forma (FF)	-	0.35
Cota media	m.s.n.m	4429.56
Longitud mayor (L)	km	3.6
Longitud menor (l)	km	1.1

- **Recurso Hídrico Subterráneo:** El ámbito del estudio es de aproximadamente 3 Km² en el que se hallan incluidas las tres unidades antes mencionadas. Las filtraciones difusas han sido inventariadas en superficie, las cuales hacen su aparición en forma difusa o dispersa, debido a la presencia de rocas competentes que impiden el flujo vertical de las aguas precipitadas.

Desde el punto de interés hidrogeológico las áreas con presencia de filtraciones son localizadas sobre la cota 4500, debajo de dicho depósito, se encuentran las formaciones geológicas de origen volcánico, restringiendo el flujo en dirección lateral o vertical del agua.

La ausencia de agua subterránea en la interior mina Hércules, Coturcan, Caridad y Sansón, limitan la elaboración de curvas equipotenciales, lo que significa que el medio es no saturado, tal como se puede demostrar en el recorrido por los distintos niveles de las minas en mención.

4.1.10. Sismicidad

“La historia sísmica de la Región Ancash señala que en determinadas áreas se produjeron riesgos sísmicos de diversas intensidades. La sismicidad histórica indica que en la región se produjeron sismos como el del 31 de mayo de 1970.

Los proyectos Minera Lincuna S.A., se encontrarían en unas zonas en las que las actividades sismo tectónicas se manifestarían como temblores y terremotos con hipocentros someros a pocos kilómetros de la superficie o con hipocentros profundos hasta más o menos 800 km de profundidad” (HUANUQUEÑO, 2019)

Cuadro N° 3

Registro de Magnitudes de Eventos Sísmicos

FECHA a/m/d	LATITUD °S	LONGITUD °O	PROFUND KKM	MAGNITUDES.			
				Mb	ML	Ms	Mw
1956/10/29	08.5000	77.0000	60			6.4	
1959/04/25	08.0000	76.0000	100	4.8			
1961/07/03	08.7000	79.1000	57	5.5			
1963/09/17	10.7830	78.2690	61	6.2		6.7	
1965/11/06	09.2990	79.0990	20	4.5			
1966/10/17	10.8320	78.6480	37	6.4		8.0	
1968/11/25	10.9800	76.2300	161	4.7			
1970/05/31	09.2720	78.8380	71	6.4		7.8	
1970/06/04	09.9230	78.7110	54	5.8		6.0	
1975/10/29	11.0390	78.0560	60	5.5			
1984/08/07	10.1400	78.3500	21	4.9	4	8	
1987/08/26	10.9000	77.1800	79	4.8	4	7	
1990/08/14	08.5500	76.5000	134	4.5	4	5	
1992/07/17	10.7000	78.9800	27		5	6	5.8
1994/10/16	09.4100	76.4000	160		5	6	5.6
1998/09/12	10.6881	78.7930	25		4	5	
2000/07/31	09.7639	79.0037	25		4	4	
2003/11/06	09.8536	78.8814	13	4.0	3	4	
2005/11/22	11.0948	78.7444	55	4.1	4	2	
2008/06/05	09.2495	77.1572	167	5.4	4	6	
2009/09/14	08.4447	76.3904	57		4	4	
2010/01/03	08.9990	77.9599	130		5	7	5.7

Se muestran escalas de magnitudes en que los temblores y terremotos fueron registrados (originalmente):

- Mb: Escala de magnitud de onda corporal (método de Gutenberg – 1945)
- MI: Escala local de magnitud (método Richter – 1935)
- Ms: Escala de magnitud de la onda superficial (métodos de Gutenberg y Richter)

4.1.11. Geomorfología

La geomorfología en esta región, corresponde al sector Occidental de la Cordillera de los Andes, del Perú, como resultado de la interacción de factores asociados a la geodinámica interna y externa entre ellos fundamentalmente “el vulcanismo asociado a la tectónica andina, la litología y la interacción de los agentes meteóricos.

La unidad geomorfológica predominante en esta región es la Cordillera de los Andes, donde el agente geológico responsable del modelado actual es la acción de los glaciares. Esta unidad geomorfológica presenta una de las

elevaciones más altas dentro del territorio peruano alcanzando alturas hasta los 6768 Huascarán m.s.n.m. (HUANUQUEÑO, 2019)

4.1.12. Geología Local

La presente información está referida al cartografiado “litológico-estructural” correspondiente a los alrededores de la Quebrada Hércules, donde principalmente se emplaza la mineralización de las estructuras “Hércules y Coturcan”, las cuales están asociadas a las fases mineralizantes de los volcánicos del Grupo Calipuy de edad “Oligoceno-Mioceno (Paleógeno)”, típicamente representadas por “flujos lávicos” de composición andesítica y en menor proporción flujos piroclásticos. También es necesario precisar en el área evaluada la ocurrencia de pequeñas apófisis de cuerpos porfiríticos de composición dacítica: Descripción petrográfica macroscópica) (HUANUQUEÑO, 2019)

Gráfico N° 12

Geología de Yacimiento UEA Huancapetí

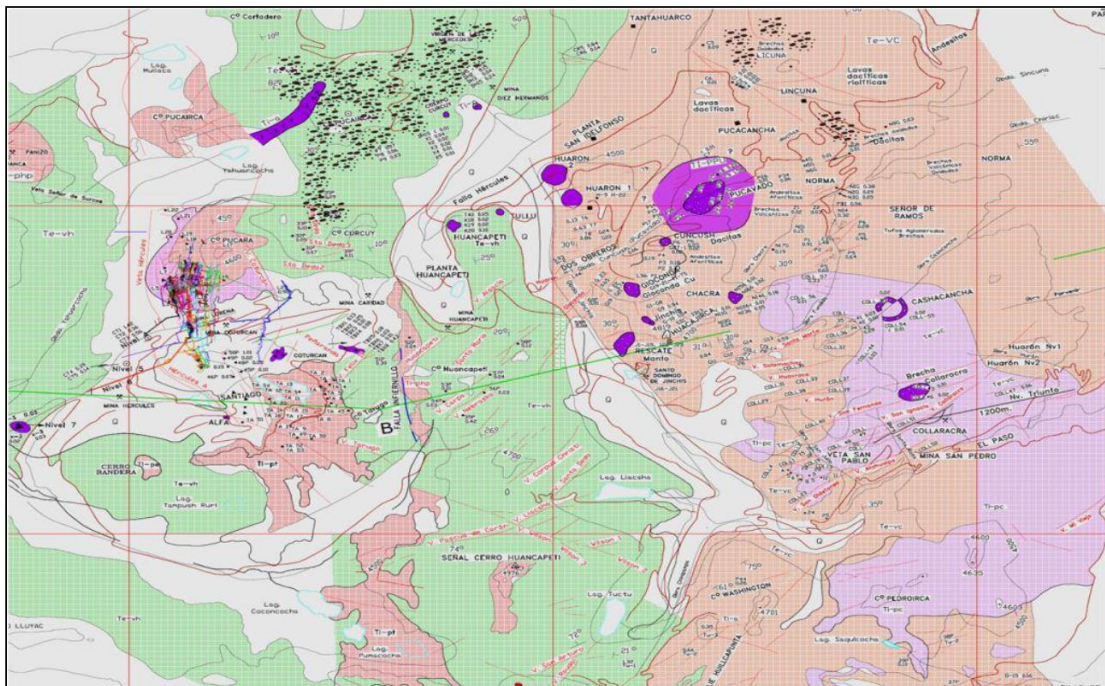


Gráfico N° 13

Geología de Yacimiento UEA Huancapetí, vista de perfil

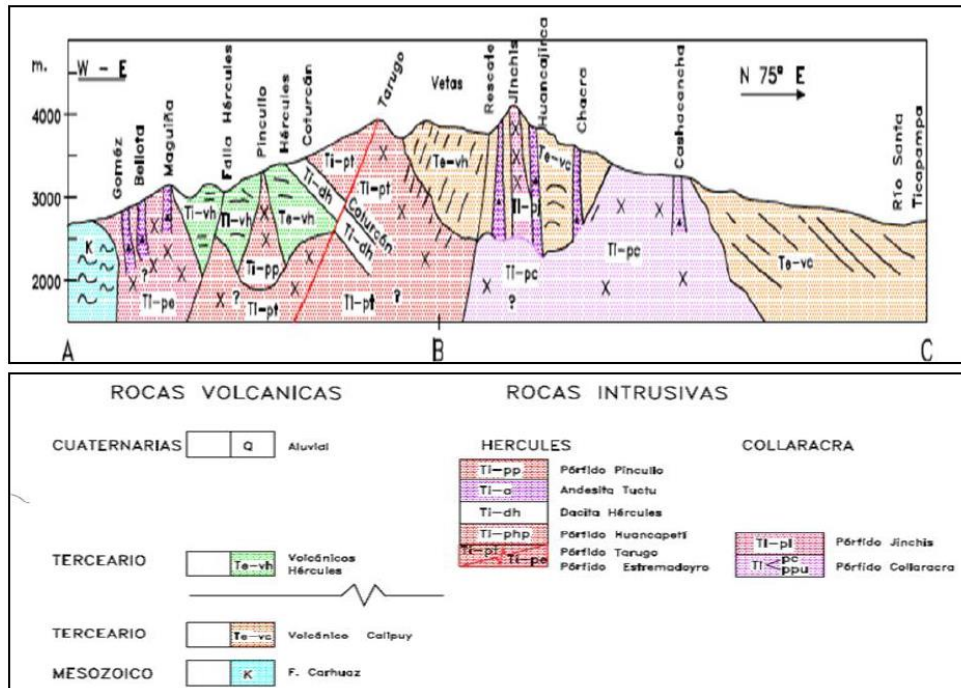
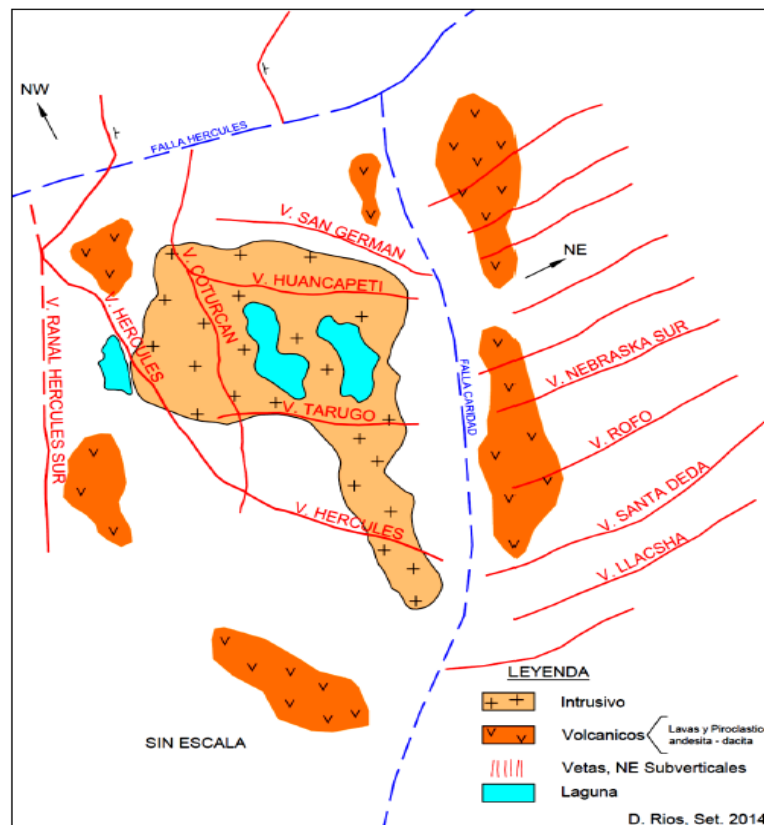


Gráfico N° 14

Estructuras Principales UEA Huancapetí



4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Estudio Geomecánico

A fin de elaborar el presente estudio geomecánico, se ha llevado a cabo una serie de trabajos de campo a fin de recopilar información geomecánica básica para el análisis de estabilidad. (Datos geológicos, estructurales y parámetros Geomecánicos), además de analizar la aplicación de la geomecánica actual de dicha operación minera, referentes al diseño de minado y del sostenimiento de las labores mineras.

4.2.2. Zonificación geomecánica de la masa rocosa

Para un análisis correcto de los distintos procedimientos de cálculos de geomecánica, la masa rocosa debe ser seleccionada en áreas de características estructurales, litológicas y parámetros Geomecánicos similares y así poder determinar los dominios estructurales o dicho de otra forma zonificar geomecánicamente a la masa rocosa, las mismas que son graficados, representados en planos con códigos de colores y/o nomenclatura para indicar cada zona dominio estructural o zona geomecánica.

4.2.3. Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Rocas

Se enviaron muestras de las 03 minas de la U.E.A Huancapetí, para determinar propiedades físicas y mecánicas al laboratorio de Mecánica de Rocas de la sección de ingeniería de minas de la PUCP. Con miras a cubrir en el corto, mediano y largo plazo evaluaciones de todas las Zonas de Prioridad, siguiendo los métodos sugeridos por la ISRM (1979).

Ensayos efectuados en laboratorio:

- Ensayos De Propiedades Físicas (Norma ASTM C 97 – 02)
- Ensayos De Propiedades Elásticas (Norma ASTM D7012)
- Ensayos De Tracción Indirecta (Norma D 3967-05)
- Ensayos De Carga Puntual (Norma ASTM D 5731-02)
- Ensayos De Compresión Triaxial (Norma ASTM D 7012)

- Ensayos De Corte Directo (Norma ASTM D 5607-95)

4.2.4. Propiedades Físicas

A partir de las muestras de roca intacta se determinó las siguientes propiedades físicas: porosidad (f_A), densidad seca (f_{id}) y absorción; las mismas que fueron ensayadas siguiendo métodos sugeridos por la ISRM (1979) - norma ASTM C 97. 02. Los valores obtenidos se muestran en tabla 4 y 5.

Cuadro N° 4

Propiedades Físicas - Caja Techo y Piso

Mina	Descripción	Densidad Seca (gr/cm ³)	Densidad Saturada (gr/cm ³)	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)
Hércules	Caja Piso	3.26	3.27	0.96	0.29
	Caja Techo	2.80	2.80	0.68	0.24
Coturcan	Caja Techo	2.73	2.74	1.21	0.44
	Caja Piso	2.73	2.73	0.26	0.09
Caridad	Caja Techo	2.73	2.73	0.16	0.06
	Caja Piso	2.71	2.71	0.78	0.29

Cuadro N° 5

Propiedades Físicas – Mineral

Mina	Densidad Seca (gr/cm ³)	Densidad Saturada (gr/cm ³)	Porosidad Aparente (%)	Absorción (%)
Coturcan	2.71	2.78	7.83	2.92
	2.78	2.78	0.17	0.06
	2.66	2.72	6.45	2.43
	2.74	2.76	2.57	0.94
Caridad	2.85	2.89	3.65	1.29
	2.96	2.98	1.88	0.64
Hércules	2.78	2.79	0.16	0.06
	2.47	2.55	8.14	3.30
	2.92	2.93	1.15	0.39

4.2.5. Ensayo de Carga Puntual (Point Load Test)

En cada mina se tomó testigos de la perforación para realizar las pruebas de carga puntual, tomándose en total 75 muestras o testigos de las tres minas, siguiendo las normas internacionales.

Cuadro N° 6

Ensayo De Carga Puntual - Caja Techo y Piso

Mina	Descripción	Is (50) Mpa
Caridad	Caja Techo	14.32
	Caja Piso	10.47
Coturcan	Caja Techo	11.90
	Caja Piso	13.31
Hércules	Caja Piso	13.85
	Caja Techo	6.59

Cuadro N° 7

Ensayo De Carga Puntual Mineral

Mina	Is (50) Mpa
Coturcan	4.99
	6.45
	2.61
	7.65
Caridad	5.71
	14.24
Hércules	6.81
	8.42
	5.15

4.2.6. Resistencia a la Compresión Triaxial

Este ensayo permite determinar la resistencia a la compresión de un testigo de roca intacta en estado no drenado, cuando es sometido a una presión

de confinamiento y a una carga axial. A partir del ensayo de compresión triaxial se determina el ángulo de fricción interna y cohesión de la roca intacta (HUANUQUEÑO, 2019)

Cuadro N° 8

Ensayos De Compresión Triaxial - Caja Techo

Mina	σ_1 Mpa	Angulo de fricción interno (°)	Cohesión (MPA)	<i>m</i>
Caridad	138.48	48	21.16	6.3
Coturcan	242.23	60.2	26.11	15
Hércules	146.16	55.4	16.49	11

4.2.7. Resistencia a la Tracción (Método Brasileiro)

La resistencia a la tracción fue determinada a través del método de tracción indirecta que consiste en la aplicación de una carga lineal de compresión en el eje del diámetro de un disco de roca.

El valor de la resistencia a la tracción se utiliza para graficar los círculos de Mohr (envolvente de esfuerzos) (HUANUQUEÑO, 2019)

Cuadro N° 9

Ensayos De Tracción Directa - Caja Techo y Piso

Mina	Descripción	Resistencia a la Tracción (Kg/cm²)	Resistencia a la tracción (Mpa)
Hércules	Caja Piso	280.46	27.51
	Caja Techo	128.17	12.57
Coturcan	Caja Techo	173.27	10.19
	Caja Piso	191.20	18.75
Caridad	Caja Techo	202.34	19.845
	Caja Piso	153.22	15.02

Cuadro N° 10

Ensayos De Tracción Directa Mineral

Mina	Descripción	Resistencia a la Tracción (Kg/cm ²)	Resistencia a la tracción (Mpa)
		76.86	7.54
Coturcan		137.01	13.44
		72.59	7.12
Caridad		133.58	13.10
		141.12	13.84
Hércules		88.92	8.72
		177.05	17.36

4.2.8. Propiedades Elásticas

Las propiedades elásticas de la roca intacta determinadas en el laboratorio son: módulo de elasticidad o de Young (E) y relación de Poisson (ν); estos a través de las curvas de esfuerzo-deformación registradas en un ensayo de compresión simple (f_{Dci}) de un testigo de roca de geometría regular (asumiendo un comportamiento elástico) (HUANUQUEÑO, 2019)

Cuadro N° 11

Propiedades Elásticas - Caja Techo y Piso

Mina	Descripción	Módulo de Elasticidad (Gpa)	Constante de Poisson (ν)	Resistencia última (Mpa)
Caridad	Caja Piso	16.6	0.28	265.49
	Caja Techo	14.7	0.22	67.30
Coturcan	Caja Techo	15.1	0.33	191.97
	Caja Piso	14.3	0.22	209.48
Hércules	Caja Techo	9.6	0.18	62.12
	Caja Piso	14.2	0.22	207.53

Cuadro N° 12

Propiedades Elásticas Mineral

Mina	Módulo de Elasticidad (Gpa)	Constante de Poisson (v)	Resistencia última (Mpa)
Coturcan	7.64	0.26	102.71
	14.3	0.22	112.57
Caridad	9.14	0.17	128.50
	6.37	0.16	56.73
	14.6	0.17	164.84

4.2.9. Zonificación geomecánica de la masa rocosa

“Considerando la información de la calidad de la masa rocosa, se han establecido promedios de calidad tanto para el cuerpo mineralizado y en las cajas, los cuales han conducido a realizar una zonificación geomecánica.

La zonificación geomecánica esté dividida en áreas de características estructurales y mecánicas similares donde la litología, la alteración, el arreglo o modelo estructural de la masa rocosa y la calidad de la misma son consideraciones importantes a tomarse en cuenta para la delimitación de los dominios estructurales” (HUANUQUEÑO, 2019)

Cuadro N° 13

Clasificación Geomecánica de la Masa Rocosa

Mina	Estructura - Roca Encajonante		Clasificación de la Masa Rocosa	
	Litología	Dominio	Rango RMR	Calidad según RMR
Hércules	Lavas-tufos volcánicos	Caja Techo	61-70	Buena II B
			51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
			31-40	Mala IV A
	Brecha mineralizada	Mineral	51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
			31-40	Mala IV A
			21-30	Mala IV B
			<21	Muy Mala V
	Lavas-tufos volcánicos	Caja Piso	61-70	Buena II B
			51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
31-40			Mala IV A	
Falla	Falla Piso	<21	Muy Mala V	
Coturcan	Lavas-tufos volcánicos	Caja Techo	61-70	Buena II B
			51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
			31-40	Mala IV A
	Brecha mineralizada	Mineral	61-70	Buena II B
			51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
	Lavas-tufos volcánicos	Caja Piso	61-70	Buena II B
			51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
	Falla	Falla	<21	Muy Mala V
	Caridad	Lavas-tufos volcánicos	Caja Techo	61-70
51-60				Regular III A
41-50				Regular III B
31-40				Mala IV A
Intrusivo			61-70	Buena II B
			51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
Brecha mineralizada		Mineral	51-60	Regular III A
			41-50	Regular III B
			31-40	Mala IV A
			21-30	Mala IV B
Lavas-tufos volcánicos		Caja Piso	61-70	Buena II B
	51-60		Regular III A	
	41-50		Regular III B	
	31-40		Mala IV A	
Intrusivo		61-70	Buena II B	
		51-60	Regular III A	
		41-50	Regular III B	
Falla	Falla	<21	Muy Mala V	

Del resumen mostrado en el cuadro N°13, “se tiene la presencia de tres dominios lito-estructurales (caja piso, estructura mineralizada, caja techo) en cada una en las Minas Hércules, Coturcán y Caridad. También se puede apreciar que los dominios lito-estructurales exponen variados rangos de calidad de masa rocosa, los cuales se definen como Dominios Geomecánicos caracterizados por presentar una valoración RMR89” (HUANUQUEÑO, 2019)

A partir de estos resultados podemos concluir lo siguiente:

a) Zona Hércules

➤ **Caja Techo:**

“En la caja techo se presentan calidades de roca desde Buena IIB hasta Mala IV A, siendo predominante las calidades de roca Regular IIIA, IIIB a Mala IV A respectivamente”

➤ **Mineral:**

“En el mineral se presentan calidades de roca desde Regular IIIA hasta Muy Mala V, siendo predominante las calidades de roca Regular IIIB a Mala IV A respectivamente”

➤ **Caja Piso:**

“En la caja piso se presentan calidades de roca desde Buena IIB hasta Mala IV A, siendo predominante las calidades de roca Regular IIIA, IIIB a Mala IV A respectivamente”

b) Zona Coturcan

➤ **Caja Techo:**

“En la caja techo se presentan calidades de roca desde Buena IIB a Regular IIIB, siendo predominante las calidades de roca Regular IIIA y ocasionalmente IVA roca Mala, por la presencia de fallas”

➤ **Mineral:**

“En el mineral se presentan calidades de roca desde Buena IIB a Regular IIIB, siendo predominante las calidades de roca Regular IIIA”

➤ **Caja Piso:**

“En la caja piso se presentan calidades de roca desde Buena IIB a IIIB, siendo predominante las calidades de roca Regular IIIA y puntualmente roca Mala IV por la presencia de fallas”

c) Zona Caridad

➤ **Caja Techo:**

“En la zona alta, la caja techo se presentan calidades de roca Buena IIB a IIIA regular y en la zona baja la roca presenta calidades IIIB – IVA y puntualmente roca Mala IVA – VA. En la zona de contactos entre las cajas y la estructura, la misma que son las fallas de caja techo y piso”

➤ **Mineral:**

“En el mineral se presenta calidades de roca desde IIB Buena a IIIA regular en la zona alta y en la zona baja la roca predominante es la IIIB regular a mala IVA, este último se presenta en el contacto de las cajas techo y estructura”

➤ **Caja Piso:**

“En la zona alta, la caja techo se presentan calidades de roca desde Buena IIA - IIB a IIIA regular A, siendo predominante las calidades de roca Regular IIB y en la zona baja la roca clasifica en su mayoría IIIB”

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Validación de Hipótesis General

Nuestra hipótesis general afirmaba que el diseño de depósitos de desmonte basado en consideraciones técnicas y ambientales adecuadas conduciría a depósitos más seguros y cumpliría con las normativas ambientales en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.

Hallazgos: Tras llevar a cabo una serie de pruebas y análisis estadísticos, nuestros hallazgos respaldaron esta hipótesis general. Encontramos que el diseño de depósitos de desmonte que incorpora tanto parámetros geotécnicos

como aspectos ambientales resulta en depósitos más seguros y que cumplen con las normativas ambientales establecidas. Esto se refleja en una mejora significativa en la estabilidad de los depósitos y en la reducción de impactos negativos en las áreas circundantes.

4.3.2. Validación de Hipótesis Específicas

Hipótesis Específica a: Nuestra primera hipótesis específica afirmaba que la consideración de parámetros geotécnicos en el diseño de depósitos de desmonte tendría un impacto significativo en la estabilidad de estos depósitos.

Hallazgos: Nuestros análisis estadísticos confirmaron esta hipótesis. Encontramos una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la consideración de parámetros geotécnicos, como la resistencia a la compresión triaxial, y la mejora en la estabilidad de los depósitos de desmonte. Los depósitos diseñados con una atención adecuada a estos parámetros mostraron un menor riesgo de deslizamientos y colapsos.

Hipótesis Específica b: Nuestra segunda hipótesis específica afirmaba que la incorporación de medidas ambientales en el diseño de depósitos de desmonte garantizaría el cumplimiento de las normativas ambientales.

Hallazgos: Nuestros análisis respaldaron esta hipótesis. Al considerar aspectos ambientales como la gestión del agua, la prevención de la contaminación y la restauración del sitio en el diseño de los depósitos, observamos que se cumplen satisfactoriamente las normativas ambientales, incluyendo el ECA Categoría 1 A-2. Esto resulta en una operación minera más sostenible y en una reducción significativa de los impactos ambientales negativos en las áreas circundantes.

4.3.3. Parámetros de diseño

En el proceso de diseño se han contemplado los siguientes componentes del plan de descarga, el cual tiene las siguientes características.

Depósito de desmonte Hércules

N° de Banquetas = 02

Cota de Banco:

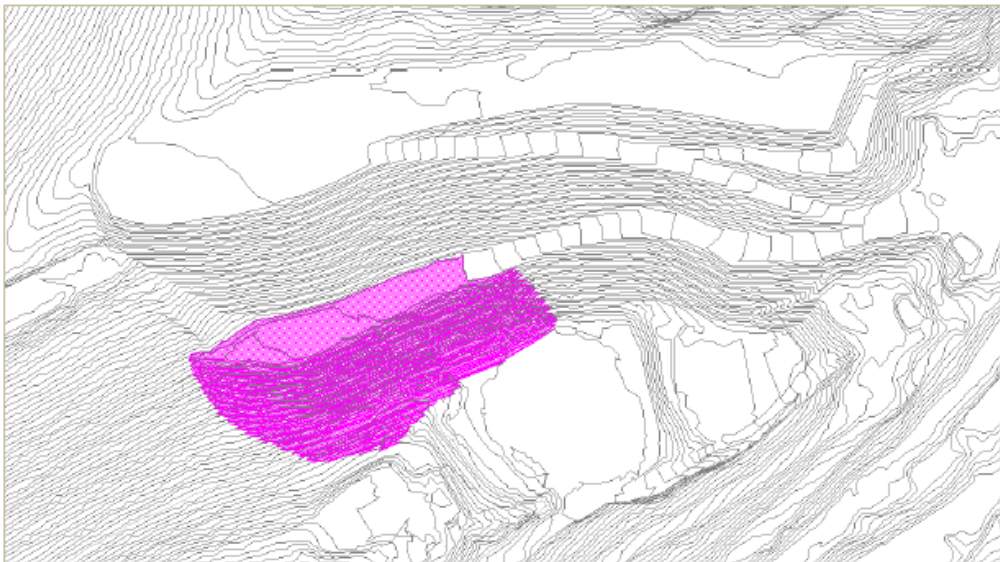
Banqueta 01	= 4079msnm
Banqueta 02	= 4042msnm
Altura de Banco Promedio	= 37.0m
Talud	= 1.4H:1.0V
Ancho de Acceso	= 10.0ml.
Pendiente Máx.	= 10%.

Canales de coronación

Excavación de Caja	= b=0.50m, h=0.50m, z=1.0
Revestimiento	= Sin revestimiento.
Barreras enrocadas	= a cada 20ml.
Pendiente mínima	= 1.0%

Gráfico N° 15

Depósito de Desmonte Hércules - Plan de descarga



Depósito De Desmonte Coturcan

N° de Banquetas	= 02
-----------------	------

Cota de Banco:

Banqueta 01	= 4303msnm
Banqueta 02	= 4283msnm

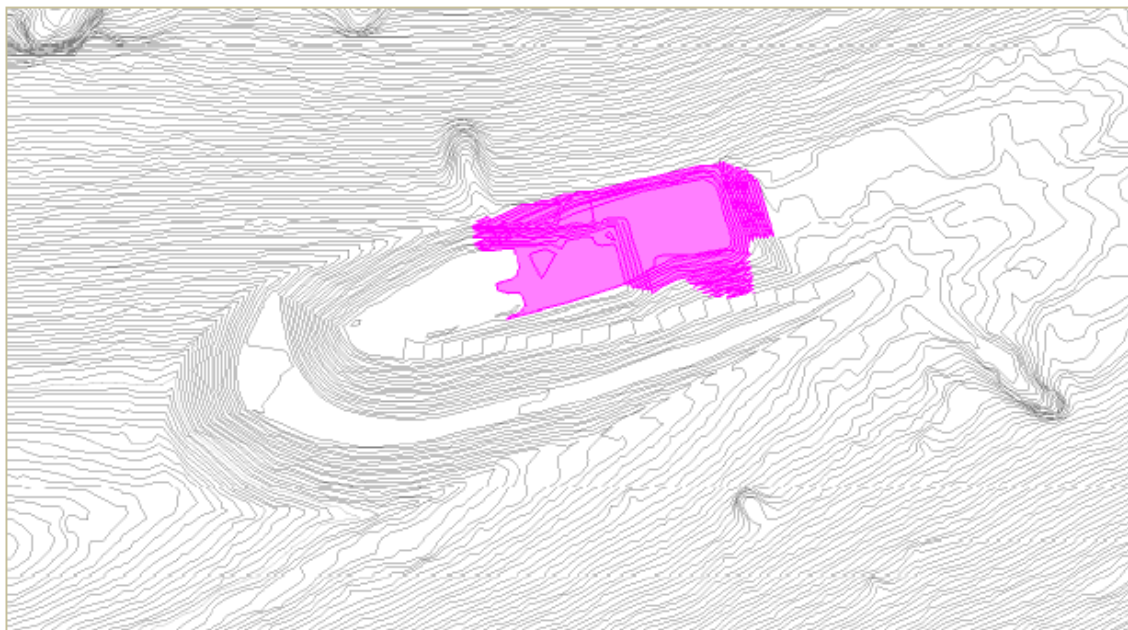
Altura de Banco Promedio	= 20.0m
Talud	= 1.4H:1.0V
Ancho de Acceso	= 10.0ml.
Pendiente Máx.	= 10%.

Canales de Coronación.

Excavación de Caja	= b=0.50m, h=0.50m, z=1.0
Revestimiento	= Sin revestimiento.
Barreras enrocadas	= a cada 20ml.
Pendiente mínima	= 1.0%

Gráfico N° 16

Depósito de Desmorte Coturcán - Plan de descarga



Depósito De Desmorte Caridad:

N° de Banquetas = 02

Cota de Banco:

Banqueta 01 = 4460msnm

Banqueta 02 = 4444msnm

Altura de Banco Promedio =	16.0m
Talud =	1.4H:1.0V
Ancho de Acceso =	10.0ml.
Pendiente Máx. =	10%.

Sistema de Subdrenaje.

Tuberías Perf. CPT Ø 6" =	440ml
Tubería Lisa HDPE Ø6" =	80.0 ml
Excavación de Zanja =	b=0.30m, h=0.30m, z=1.0
Material drenante =	Grava de rio inerte (Máx. Ø2")
Cobertura =	Geotextil 270 gr/m2.
Berma de Contención	
Longitud de Berma =	145m
Talud =	1.0H:1.0V

Cámara de Colección:

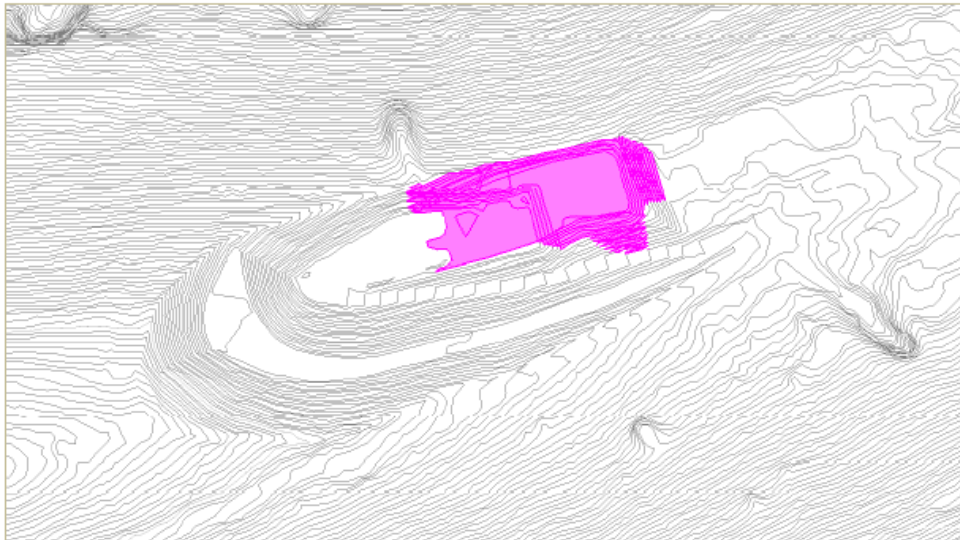
Excavación de Caja =	5.0 ml x 5.0 ml x 1.5ml
Talud de Pozas =	1.0H:1.0V
Revestimiento =	Geomembrana y Geotextil

Canales de Coronación.

Excavación de Caja =	b=0.50m, h=0.50m, z=1.0
Revestimiento =	Sin revestimiento.
Barreras enrocadas =	a cada 20ml.
Pendiente mínima =	1.0%

Gráfico N° 17

Depósito de Desmonte Caridad - Plan de descarga



4.3.4. Análisis De Estabilidad:

Para el análisis de estabilidad se han considerado los parámetros geotécnicos establecidos en los estudios de estabilidad desarrollados por la empresa CGT COMPANY SA, de cada uno de los depósitos de desmonte.

Se ha evaluado las condiciones de estabilidad más desfavorables teniendo en cuenta condiciones de presión de poros en la fundación con una altura de hasta 3.0m.

Cuadro N° 14

Parámetros Geotécnicos de los materiales.

MATERIAL	P.U. (KN/m3)	Cohesión (Kpa)	Ø (°)
1. DEPÓSITO DE DESMONTE HÉRCULES			
Desmonte	18.93	52.97	34.1
Cimentación	17.77	0.00	35.00
Basamento Rocoso	27.88	20.39	37.00
2. DEPÓSITO DE DESMONTE COTURCÁN			
Desmonte	18.74	12.26	38.35
Cimentación	17.77	0.00	35.00
Basamento Rocoso	27.88	20.39	37.00
3. DEPÓSITO DE DESMONTE CARIDAD			
Desmonte	18.44	20.66	33.15
Cimentación	16.48	17.57	35.00
Basamento Rocoso	27.88	20.39	37.00

De acuerdo con esta propiedad se ha evaluado la estabilidad física de estos componentes mediante el método de Equilibrio Limite, para lo cual se ha usado el modelo de SPENCER y se ha modelado bajo el software SLIDE 6.0.

Para el análisis Pseudoestático (sísmico) de acuerdo la actualización del estudio de Peligro Sísmico – ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO PARA LA UNIDAD HUANCAPETI – (Distrito de Recuay – Aija, Región Ancash), con fecha noviembre del 2019, elaborado por la empresa Consultores en Geofísica y Geología EIRL, se ha considerado como periodo de diseño un evento de 475 años, con un PGA de 0.39g. Para el presente análisis se ha utilizado el criterio de establecer como coeficiente de aceleración un valor de 0.5 PGA lo cual nos da como resultado $a=0.19g$.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del modelamiento, y análisis de estabilidad.

Cuadro N° 15

Depósito de Desmonte Hércules

SECCION	ESTATICO	PSEUDOESTATICO ($a=0.20g$)
1. DEPOSITO DE DESMONTE - CARIDAD		
A-A	1.636	1.180
B-B	2.053	1.471
C-C	1.708	1.907

4.3.5. Vías De Acarreo:

En el cuadro inferior de muestran las distancias de acarreo desde las bocaminas en operación hasta el depósito de desmonte Caridad, cabe mencionar que la vía de acarreo existente es la única en la zona y está considerada como parte de la red vial nacional.

Cuadro N° 16

Distancia de Acarreo desde la mina hasta el depósito de desmonte.

ORIGEN	DESTINO	UNIDAD	DISTANCIA
Bocamina Hercules	Deposito De Desmonte Hercules	Km	6.5
Bocamina Coturcan	Deposito De Desmonte Coturcan	Km	0.5
Bocamina Coturcan	Deposito De Desmonte Caridad	Km	2.4
Bocamina Caridad		Km	0.2

4.3.6. Condiciones De Sitio.

Los depósitos de desmonte tienen las siguientes características.

- El Depósito de Desmonte Hércules, se encuentra ubicado al frente del Campamento de Operadores y Supervisión de Hércules, de acuerdo con las recomendaciones del Estudio de estabilidad este recomienda la descarga de Desmonte en la banqueta inferior para aumentar el factor de seguridad.
- El Depósito de Desmonte Coturcán, se encuentra al frente de la bocamina de Coturcán. Se ha considerado completar la banqueta superior del depósito
- El Depósito de Desmonte Caridad, se encuentra al frente de la bocamina de Caridad, la cual considera completar la descarga del primer banco del depósito a la cota 4444m, posterior a ello se hará un recrecimiento de la segunda banqueta a la cota 4460m. El remanente del depósito será descargado en la zona norte del depósito existente.

La zona en la cual está ubicado el depósito de desmonte caridad está ubicada a un costado de la carretera que une a los centros poblados de Recuay y Aija. Este depósito actualmente posee una capacidad de 150,000 m³

aproximadamente. Este material es utilizado actualmente como material de construcción, debido a que es una roca competente dentro del depósito de relaves #02.

La fundación propuesta para este depósito posee las condiciones necesarias de estabilidad por estar cerca de la línea de cumbreras de la microcuenca de la quebrada Hércules, y el impacto hacia la cantidad y calidad de agua es mínima.

4.3.7. Hidrología E Hidrogeología.

Con respecto a la calidad de agua en la zona no es recomendado para consumo humano, ya que no satisface el ECA Categoría 1 A-2 de concentraciones de Arsénico y en otros casos el exceso muy ligero de Cadmio y Manganeseo.

Las aguas de la quebrada hércules poseen características de aguas acidas naturales, debido al afloramiento de rocas mineralizadas que son erosionadas por las precipitaciones pluviales, generando aguas que exceden el ECA categoría 3. Estas aguas son de similar característica que las de interior mina por la presencia de Arsénico, Cadmio, Hierro, Plomo y Zinc.

En la zona de la microcuenca de Hércules, Coturcán y Caridad las aguas subterráneas han sido deprimidas por las actividades mineras, por lo que el flujo superficial genera el caudal base de las quebradas Hércules, Huayhuash y Pallca.

Los depósitos cuaternarios el nivel de agua subterránea se encuentra en condiciones libres (acuífero libre) y la conductividad hidráulica es variable, 10E-2 m/día y 10m/día. La transmisividad varía entre 150 m²/día a 700 m²/día. El valor asignado para el coeficiente de almacenamiento "S" a los depósitos aluviales es de 0.20.

La zona fracturada se emplaza en los materiales volcánicos existentes (zona de minas). La napa en esta zona tiene comportamiento libre y confinado.

Localmente la napa se encuentra confianza debido a que los depósitos de mantos de alteración, regolitos compactos u sedimentos finos se encuentran subyaciendo a la zona fracturada, los cuales son prácticamente impermeables.

La transmisividad en las rocas volcánicas fracturadas varía entre 25m²/día y 150 m²/día y se le asigna un coeficiente de almacenamiento “s” de 8.0E-3. De acuerdo a las pruebas de permeabilidad efectuadas por Green Consult y otras empresas consultoras, los valores de transmisividad oscilan entre 500 m²/día a 700 m²/día en los sectores donde atravesaron zonas de fallas. Los valores de transmisividad para los piroclastos varían de 50 m²/día a 700 m²/día, y el coeficiente de almacenamiento “S” asignado para estos deposito es de 0.09.

4.3.8. Geoquímica.

El Desmonte que se descarga depósitos poseen características acidas, las cuales han sido ensayadas por medio de la Prueba de Balance Acido Base (método EPA-600/2-78-054) se realizaron en el Laboratorio de LABECO B.2 “Ensayo de Potencial de Generación ácido), ha permitido determinar la caracterización de los materiales referidos a la interpretación de las pruebas B.A.B” los resultados se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 17

Parámetros Geoquímicos

PARAMETROS	MUESTRA "representativa 1"	
	UNIDADES	RESULTADOS
PH en pasta	Unidades de PH	7.18
PA	Kg CaCO ₃ / TM	15.63
PN	Kg CaCO ₃ / TM	16
PNN	Kg CaCO ₃ / TM	0.37

“El Potencial Neto Neutralizante es la capacidad de un mineral para generar o consumir ácido. Considerando una regla general para la determinación de generación de Drenaje Ácido podemos evaluarlo de la siguiente manera”

Si $PN/PA < 1.0$GENERA ACIDES
Si $-20 < PNN < +20$RANGO DE INCERTIDUMBRE (*)

(*) Indica que el material del Botadero es generador de ácido incierto

“Se tiene que con valores de PN/PA igual a 0.63 y PNN igual a -14.76, el material está en el rango de $-20 < PNN < 20$ y $PN/PA < 1$ resulta de alto potencial de generación de ácido”

4.3.9. Peligro Sísmico.

Los resultados obtenidos con correspondiente a las máximas aceleraciones horizontales esperadas en el punto de análisis. Estos valores se han estimado para los diferentes modelos de atenuación utilizados y diversos periodos de retomo.

100	250	475	975	2475	5000	10000
0.202	0.298	0.380	0.495	0.662	0.811	0.988

“La selección del movimiento sísmico de diseño depende del tipo de obra. Para el proyecto se considera un periodo de retomo de 475 años para el sismo de diseño, que corresponde a estructuras con una vida útil de 50 años y un nivel de excedencia del valor de aceleración propuesto de 10%. Esto, es consistente con lo establecido por el Ministerio de Energía y Minas (1995)” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS , 2004)

Lo anterior significa que, en la zona del proyecto, la aceleración horizontal máxima del sismo de diseño corresponde a 0.380g considerando la media (P.50) del modelo de atenuación ponderado, $a= 0.5PGA$.

4.3.10. Identificación De Los Aspectos Ambientales.

Los aspectos para controlar en la operación de la descarga de los depósitos de desmonte requieren tener en consideración controles ambientales de la evacuación de las aguas de escorrentía superficial por medio de canales perimetrales de sección promedio $b=0.50m$, $h=0.50m$, $z=0.7$.

Se debe identificar los cuerpos de agua, para canalizarlos y conducirlos fuera de la ampliación de las etapas de cada depósito.

Debido a que los depósitos son componentes de una operación continua los sistemas de subdrenaje que se han instalado se han colocado para la captación de las filtraciones del cuerpo del depósito, para luego de ello se conduzcan hacia la planta de tratamiento de Aguas Acidas.

Para el depósito de Caridad se ha considerado el siguiente sistema.

Gráfico N° 18

Sistema de Drenaje y Subdrenaje – Deposito de Desmorte Caridad.

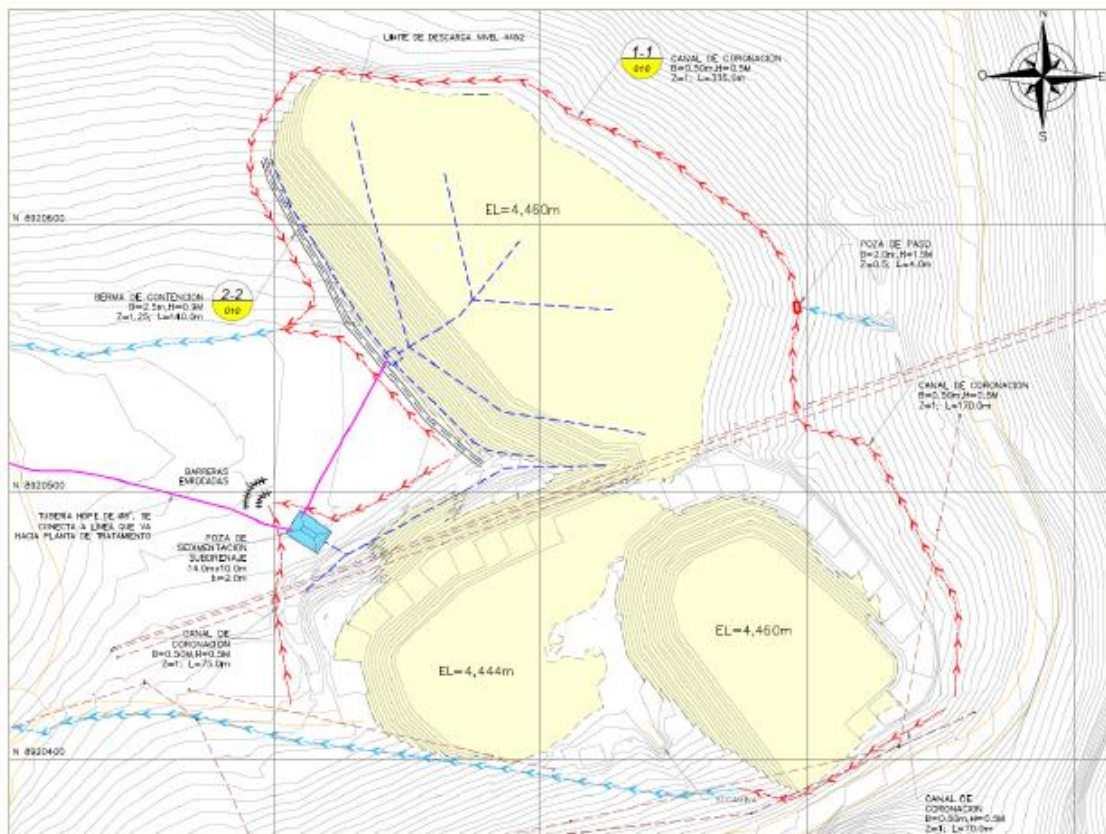
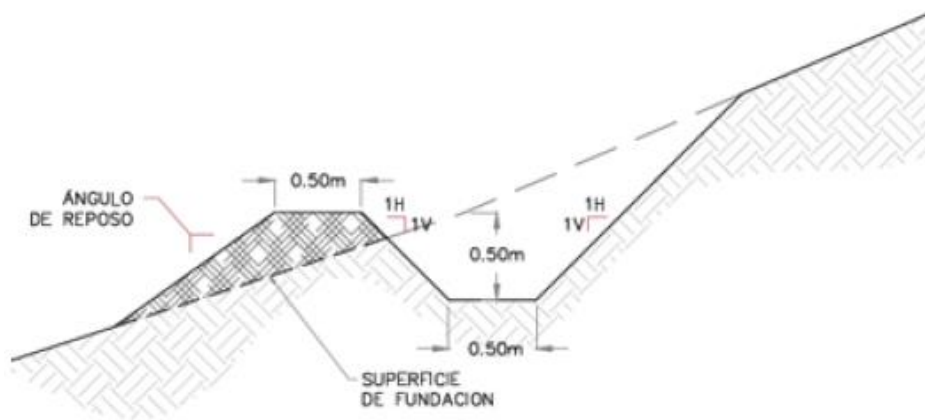


Gráfico N° 19

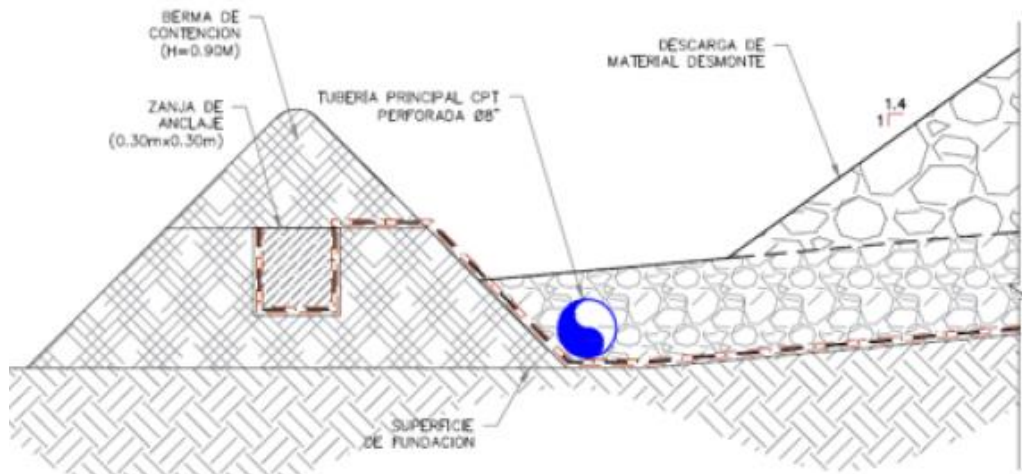
Canal de coronación



1-1 SECCIÓN TÍPICA - CANAL DE CORONACION
010 ESCALA 1:50

Gráfico N° 20

Berma y tubería de 6 pulgadas



2-2 SECCIÓN TÍPICA DE BERMA Y TUBERÍA DE Ø6\"/>
010 ESCALA 1:30

Para el depósito de desmonte Coturcán se tiene el siguiente sistema de subdrenaje

Gráfico N° 21

Sistema de Drenaje y Subdrenaje – Deposito de Desmonte Coturcan.



Gráfico N° 22

Berma de contención

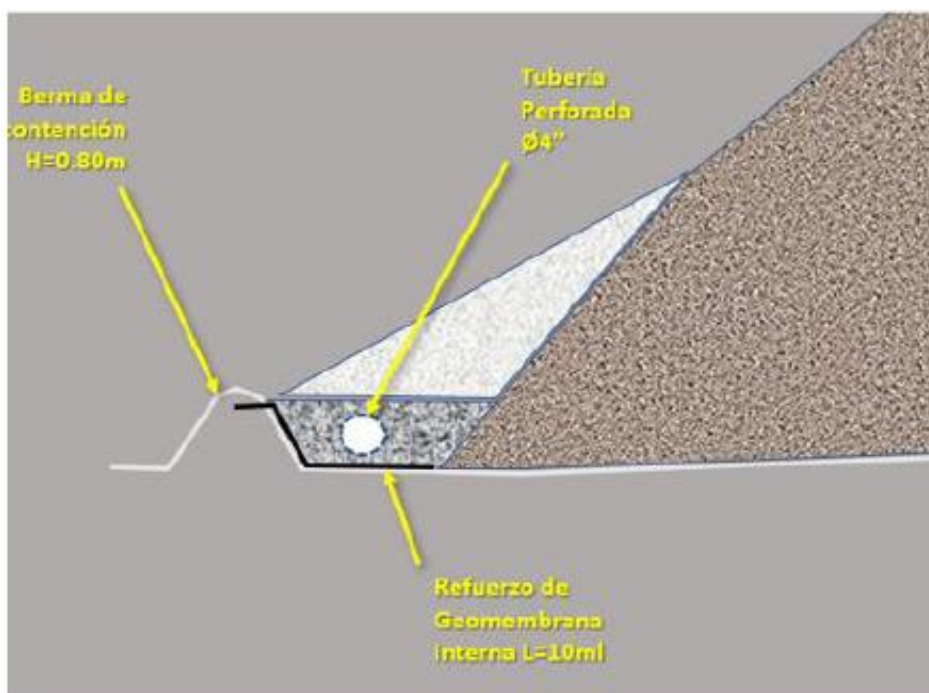
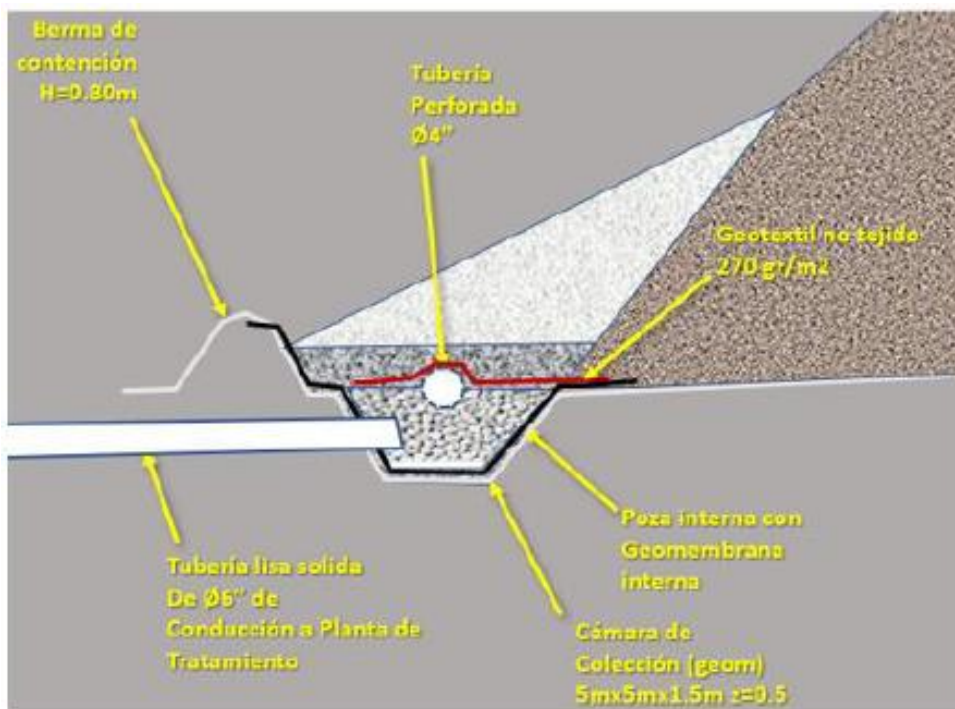


Gráfico N° 23

Tubería con conducción a planta de tratamiento



4.3.11. Plan De Descarga.

Para el plan anual 2020, se ha considerado la descarga de desmonte hacia el depósito de Caridad, el cual ha sido rediseñado teniendo en cuenta esta producción. Así mismo se han considerado estructuras auxiliares tales como sistemas de drenaje, subdrenajes, canales de coronación, capa de revestimiento y protección de la fundación del depósito.

En el presente cuadro se muestra la producción de desmonte de acuerdo al plan de minado 2019.

Cuadro N° 18

Plan de Descarga 2020 - por Componente

MESES	COMPONENTES			TOTAL (m ³)
	DEP. DESM CARIDAD (m ³)	DEP. DESM. COTURCAN (m ³)	DEP. DESM HERCULES (m ³)	
ENE	11,705.42	11,608.25	3,250.50	26,564.17
FEB	15,927.68	5,588.00	2,572.00	24,087.68
MAR	23,344.52		3,223.00	26,567.52
ABR	23,447.52		3,016.00	26,463.52
MAY	23,907.85		2,532.00	26,439.85
JUN	22,823.93		2,725.00	25,548.93
JUL	22,720.18		2,430.00	25,150.18
AGO	21,838.68		2,430.00	24,268.68
SET	21,695.18		2,913.00	24,608.18
OCT	18,837.68		2,884.00	21,721.68
NOV	17,004.68		2,443.00	19,447.68
DIC	15,421.97		1,300.00	16,721.97
TOTAL	238,675.29	17,196.25	31,718.50	287,590.04

Gráfico N° 24

Descarga Desmorte Por Mina

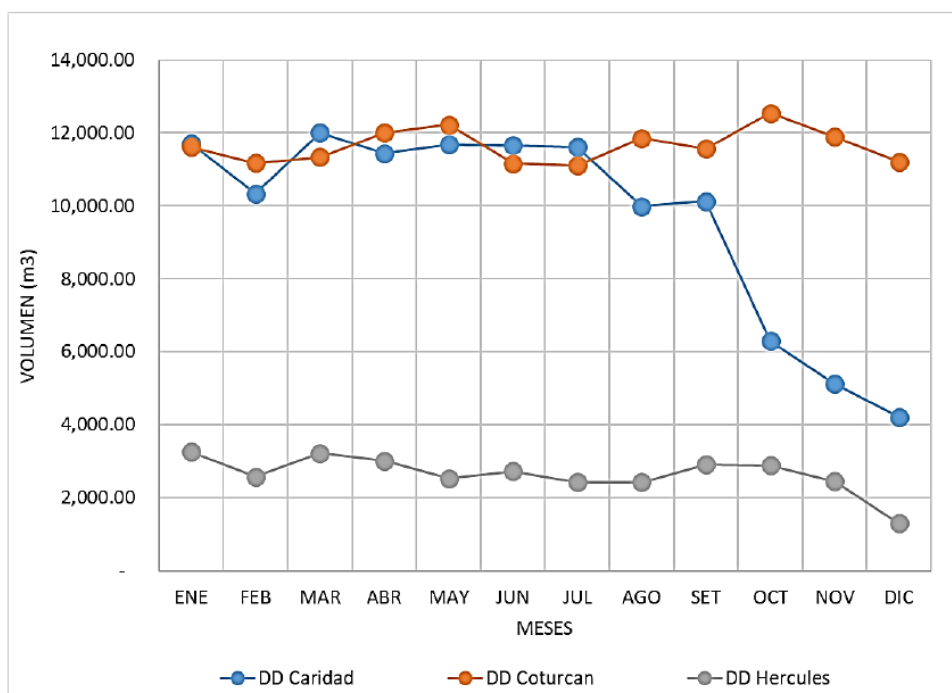
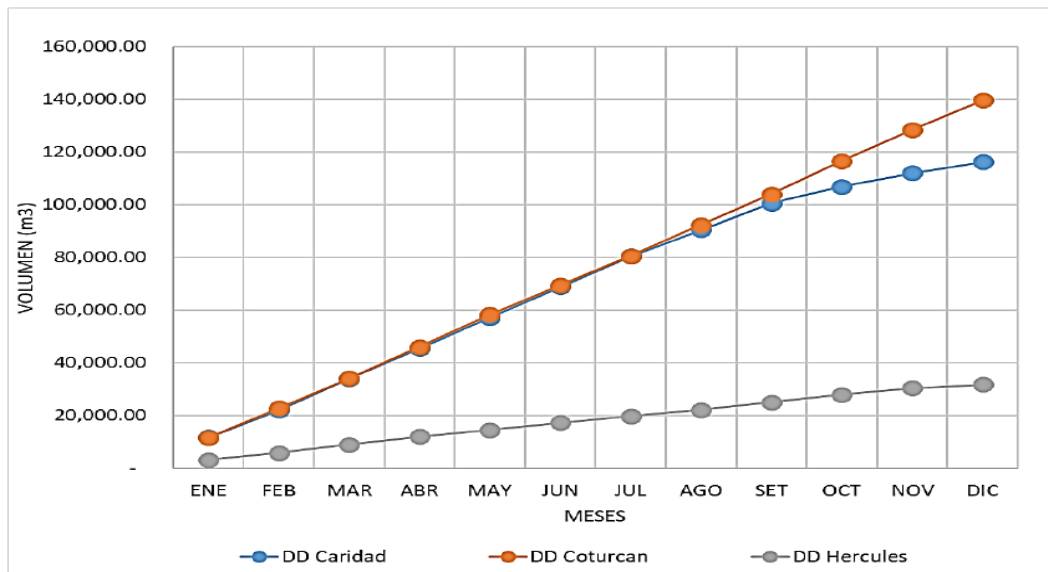


Gráfico N° 25

Descarga Desmante Por Mina – Acumulado



El presente plan contempla la producción de desmante de las minas de Caridad, Coturcán y Hércules, de los cuales la mina de Coturcán es la que mayor cantidad de desmante producirá en el presente plan.

Cuadro N° 19

Proyección de descarga en los depósitos de desmante.

MESES	DD Caridad		DD Coturcán		DD Hércules		TOTAL
	Parc. (m3)	Acum. (m3)	Parc. (m3)	Acum. (m3)	Parc. (m3)	Acum. (m3)	
Enero	11,705.42	11,705.42	11,608.25	11,608.25	3,250.50	3,250.50	26,564.17
Febrero	10,340.00	22,045.42	11,176.00	22,784.25	2,572.00	5,822.50	24,088.00
Marzo	12,006.00	34,051.42	11,339.00	34,123.25	3,223.00	9,045.50	26,568.00
Abril	11,442.00	45,493.42	12,006.00	46,129.25	3,016.00	12,061.50	26,464.00
Mayo	11,684.00	57,177.42	12,223.00	58,352.25	2,532.00	14,593.50	26,439.00
Junio	11,663.00	68,840.42	11,161.00	69,513.25	2,725.00	17,318.50	25,549.00
Julio	11,613.00	80,453.42	11,107.00	80,620.25	2,430.00	19,748.50	25,150.00
Agosto	9,983.00	90,436.42	11,856.00	92,476.25	2,430.00	22,178.50	24,269.00
Setiembre	10,128.00	100,564.42	11,568.00	104,044.25	2,913.00	25,091.50	24,609.00
Octubre	6,292.00	106,856.42	12,546.00	116,590.25	2,884.00	27,975.50	21,722.00
Noviembre	5,119.00	111,975.42	11,886.00	128,476.25	2,443.00	30,418.50	19,448.00
Diciembre	4,211.00	116,186.42	11,211.00	139,687.25	1,300.00	31,718.50	16,722.00
TOTAL	116,186.42		139,687.25		31,718.50		287,592.17

4.3.12. Secuencia De Descarga.

Para la secuencia de descarga se realizará de acuerdo a los gráficos mostrados en el Anexo 02.

- Se iniciará ingresando con un acceso al nivel 4432.0m, con esa misma cota se descargará todo el primer lift (abril-agosto).
- Se construirá una rampa temporal para llegar al nivel 4438 y así poder realizar la descarga progresiva hasta completar el segundo lift. (setiembre-diciembre, ver. Anexo 4.2).
- Durante la descarga del primer y segundo lift se habilitará una zona para descarga temporal de material saturado, estará ubicada entre la descarga de desmonte y el talud natural. El material saturado será encapsulado conforme se vaya culminando con el plan de descarga anual.
- Las descargas serán controladas por topografía de forma diaria o de acuerdo a la planificación de corto plazo que operaciones mina presente. Así mismo se controlarán los límites de diseño de acuerdo al plan mostrado en el anexo 4.2.
- La descarga de desmonte será supervisada por el área de geotecnia de Proyectos, y se emitirán reportes mensuales en cual se evaluará el cumplimiento del plan y se tomarán las acciones correctivas de ser necesario.

➤ **Secuencia de descarga de desmote 2020**

➤ **Depósito de desmote – Caridad**

Gráfico N° 26

Enero 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmote Caridad

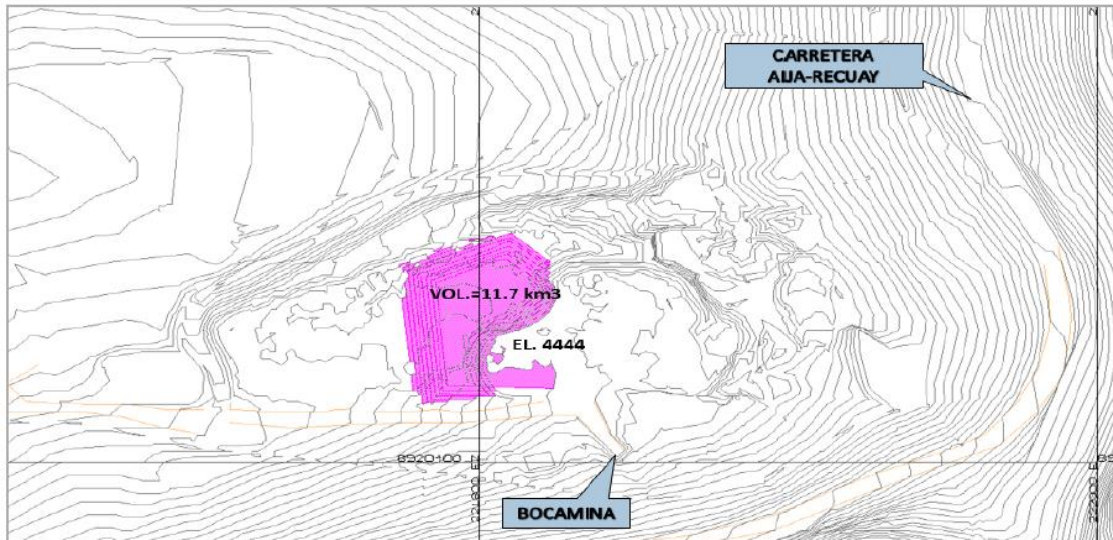


Gráfico N° 27

Febrero 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmote Caridad

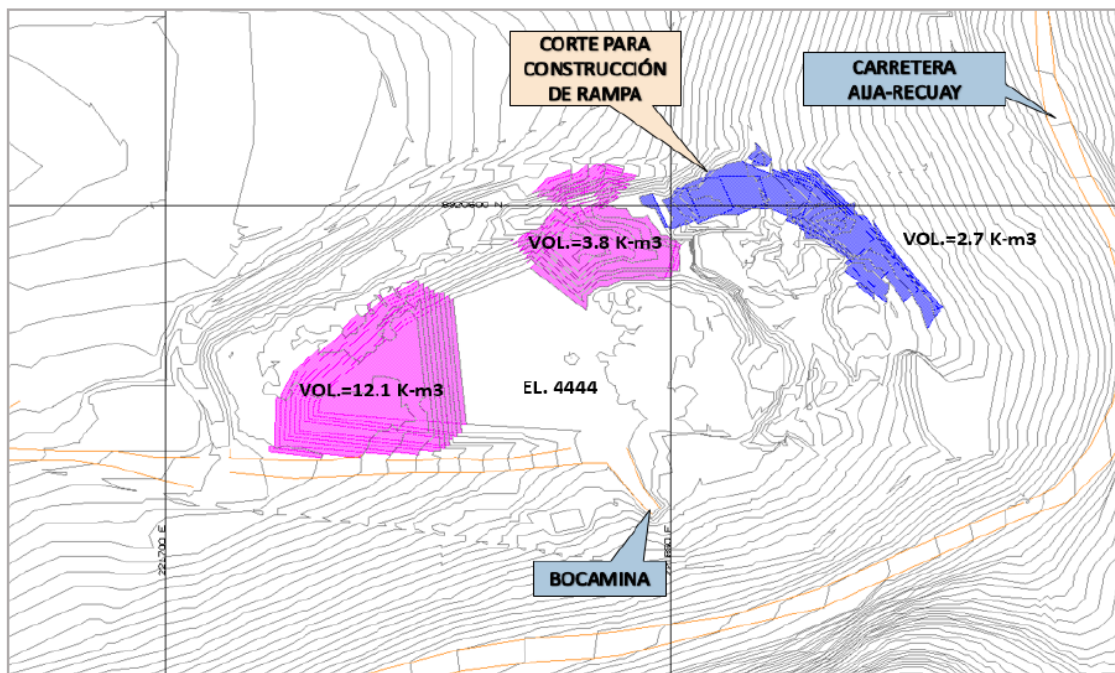


Gráfico N° 28

Marzo 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Caridad

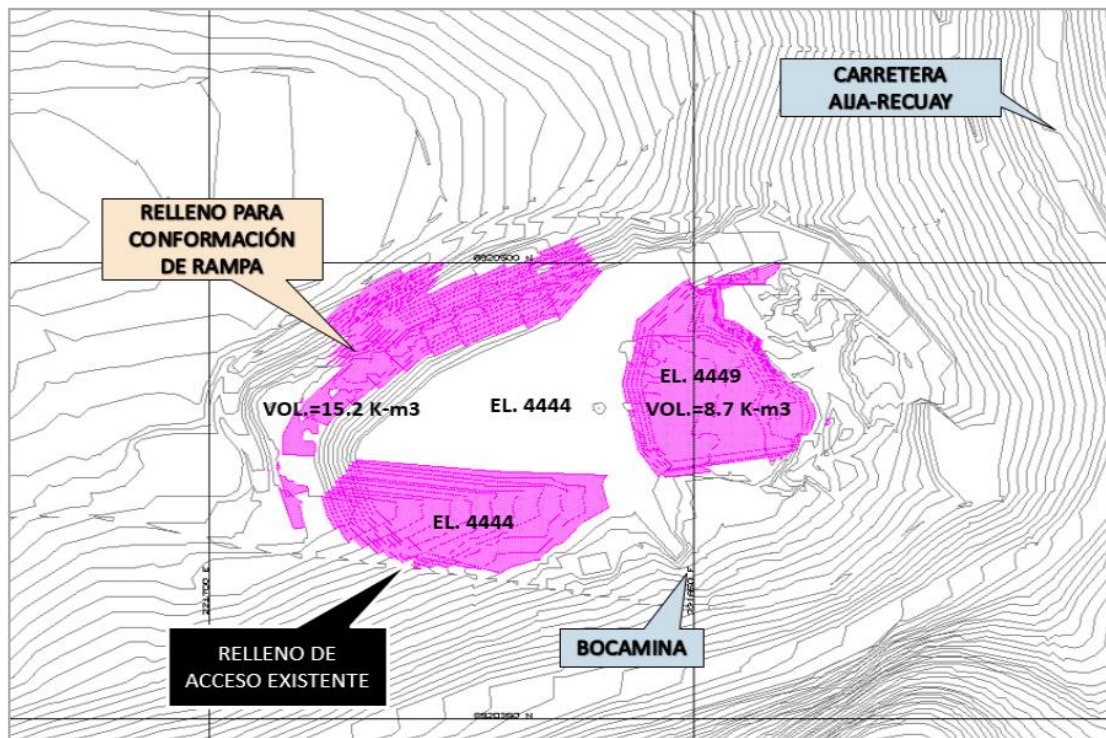


Gráfico N° 29

Abril 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Caridad

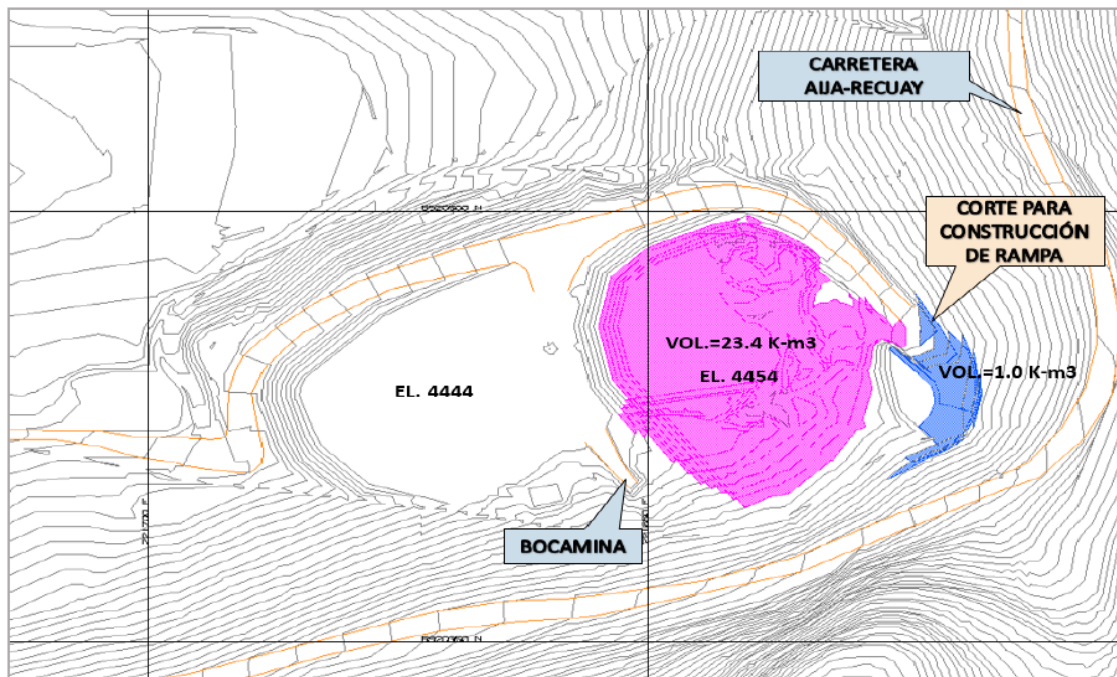


Gráfico N° 30

Mayo 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad

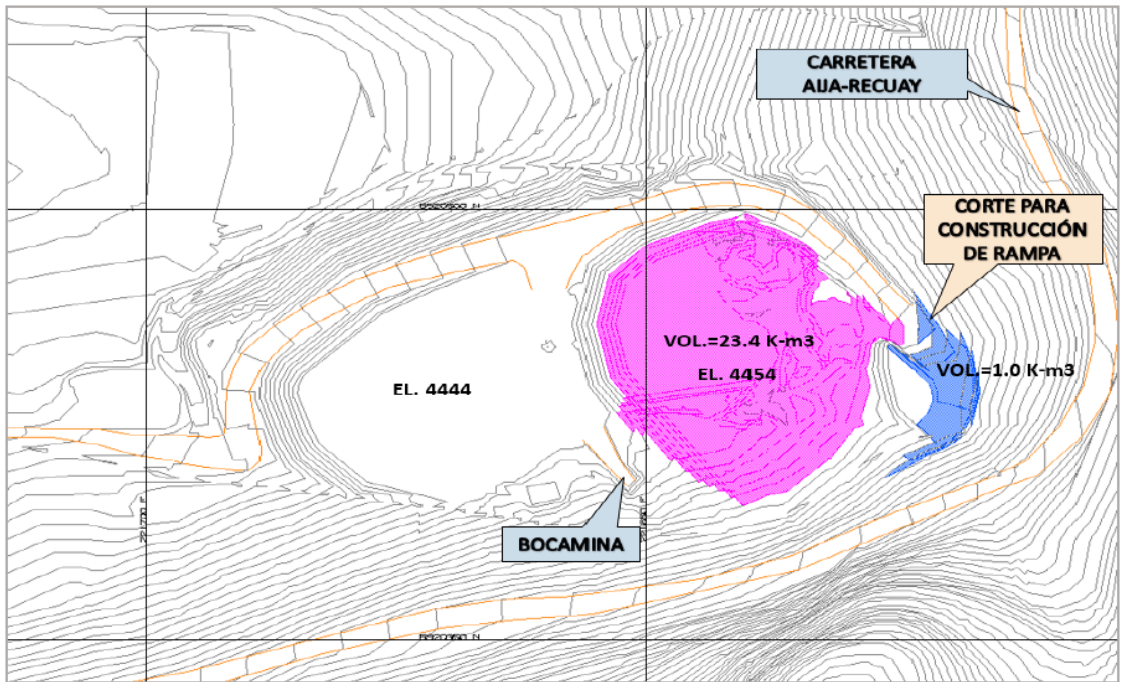


Gráfico N° 31

Junio 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad

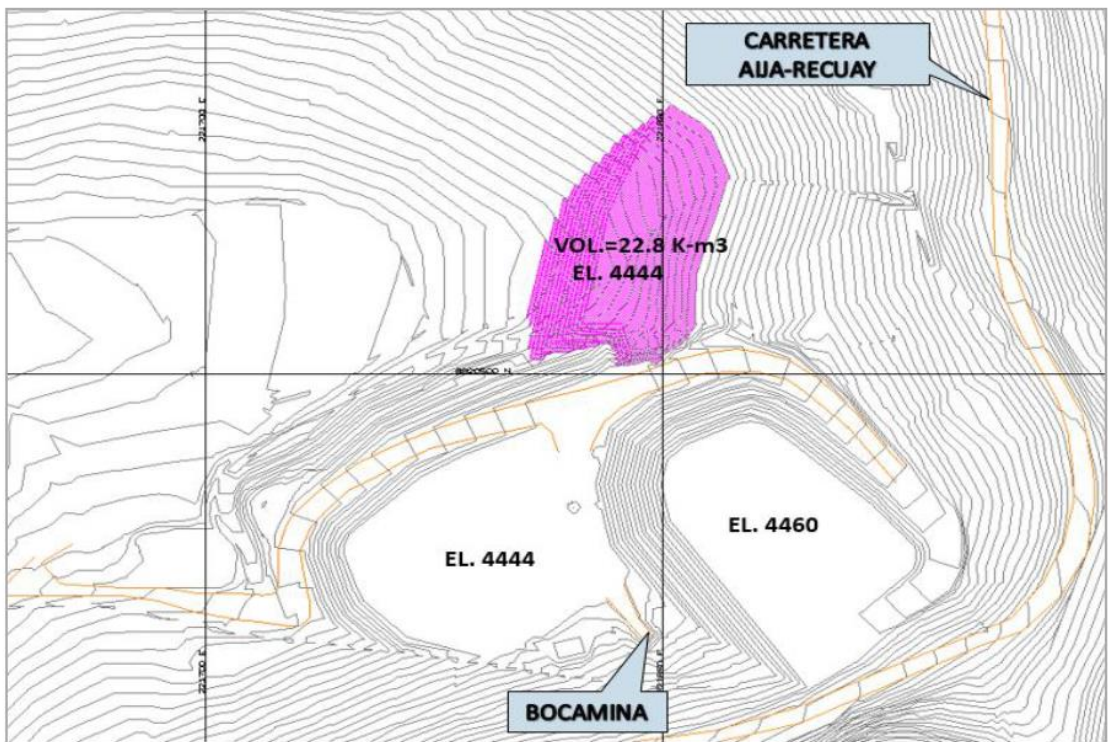


Gráfico N° 32

Julio 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Caridad

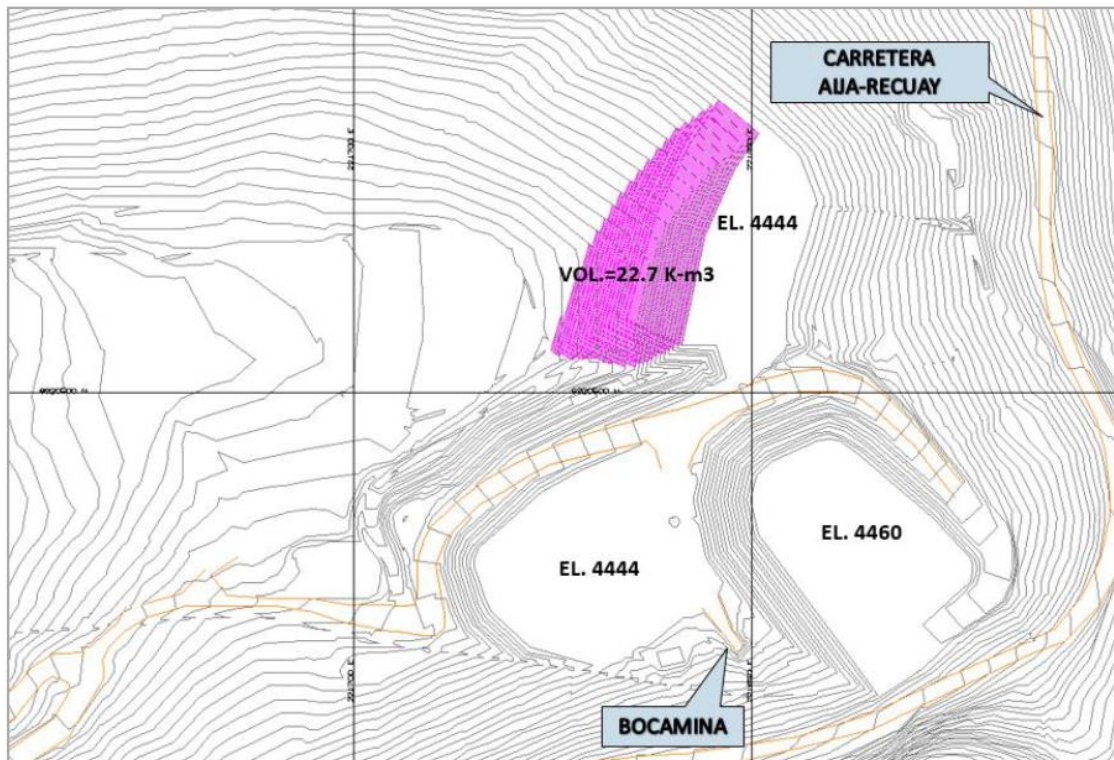


Gráfico N° 33

Agosto 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Caridad

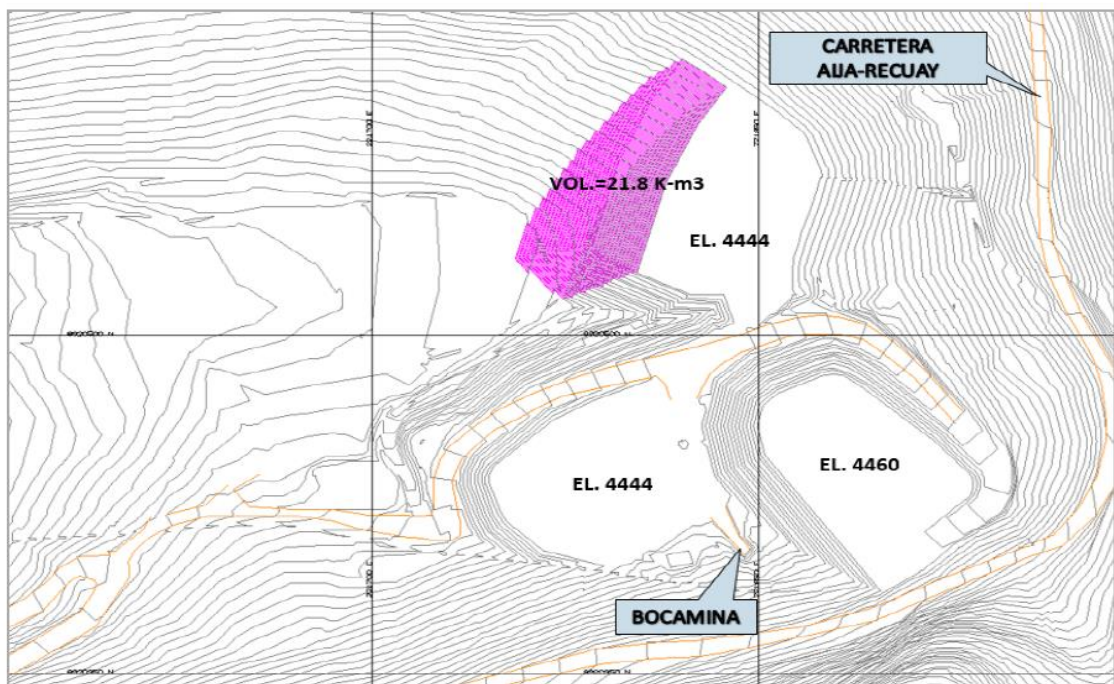


Gráfico N° 34

Setiembre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad

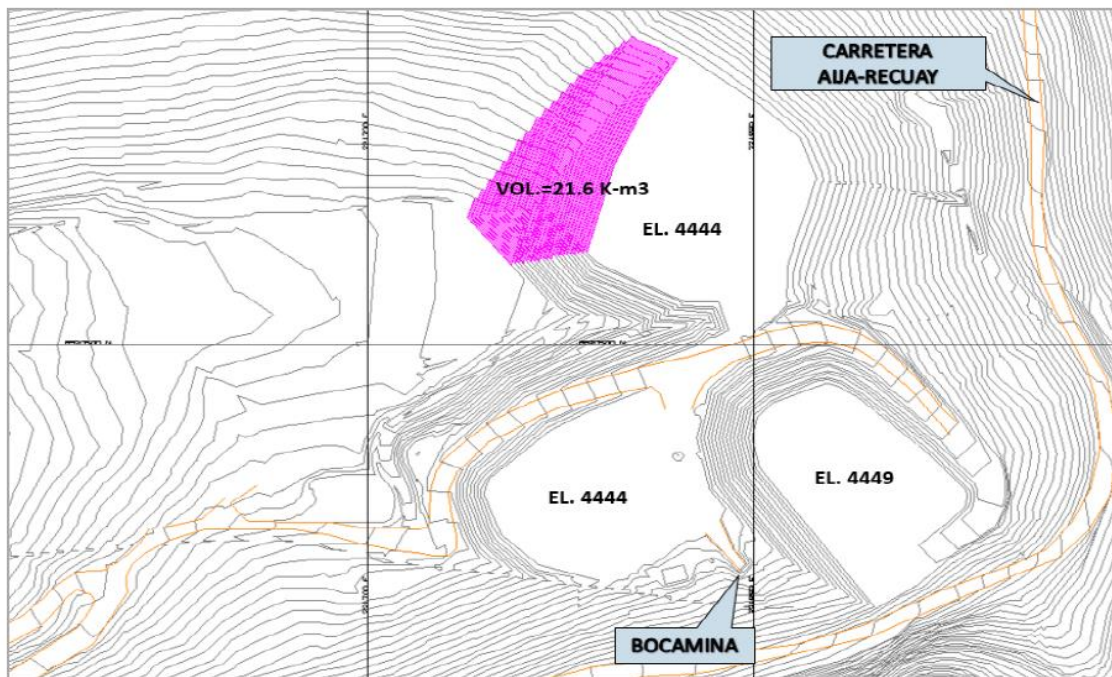


Gráfico N° 35

Octubre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Caridad

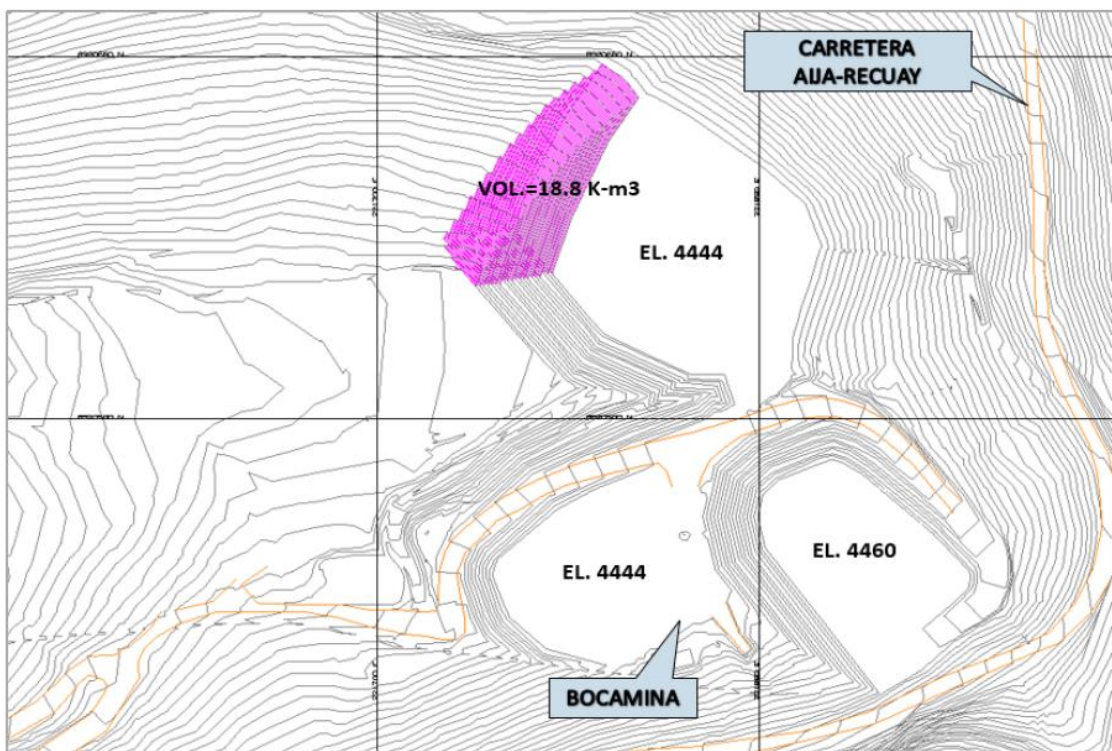


Gráfico N° 36

Noviembre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Caridad

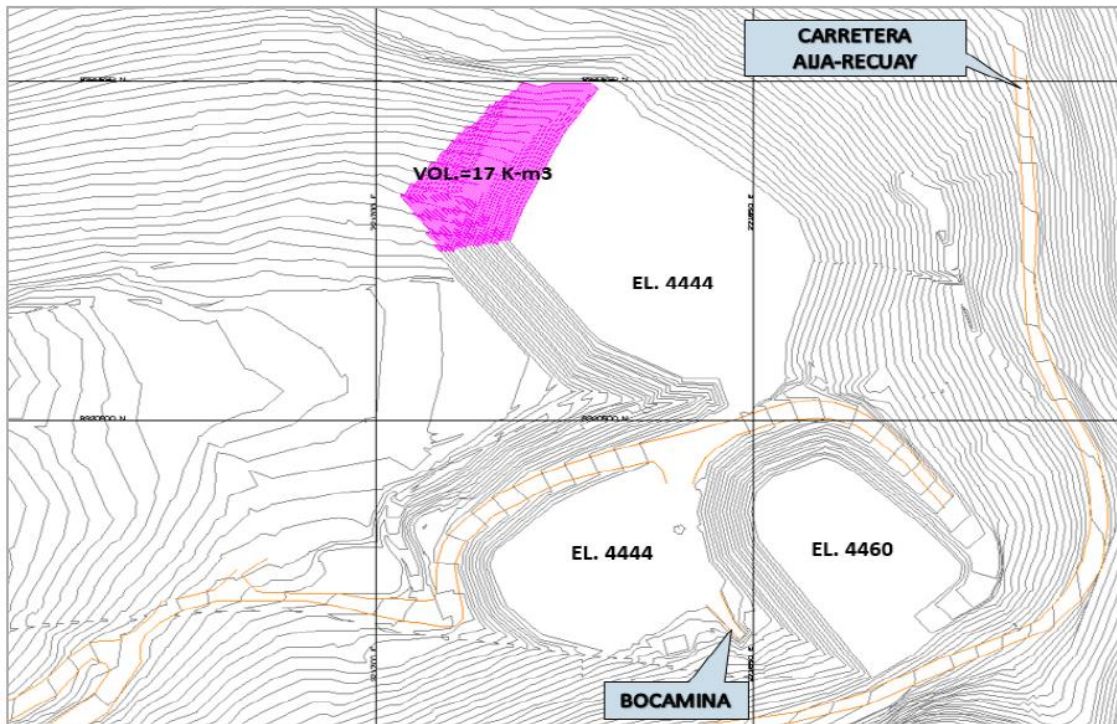
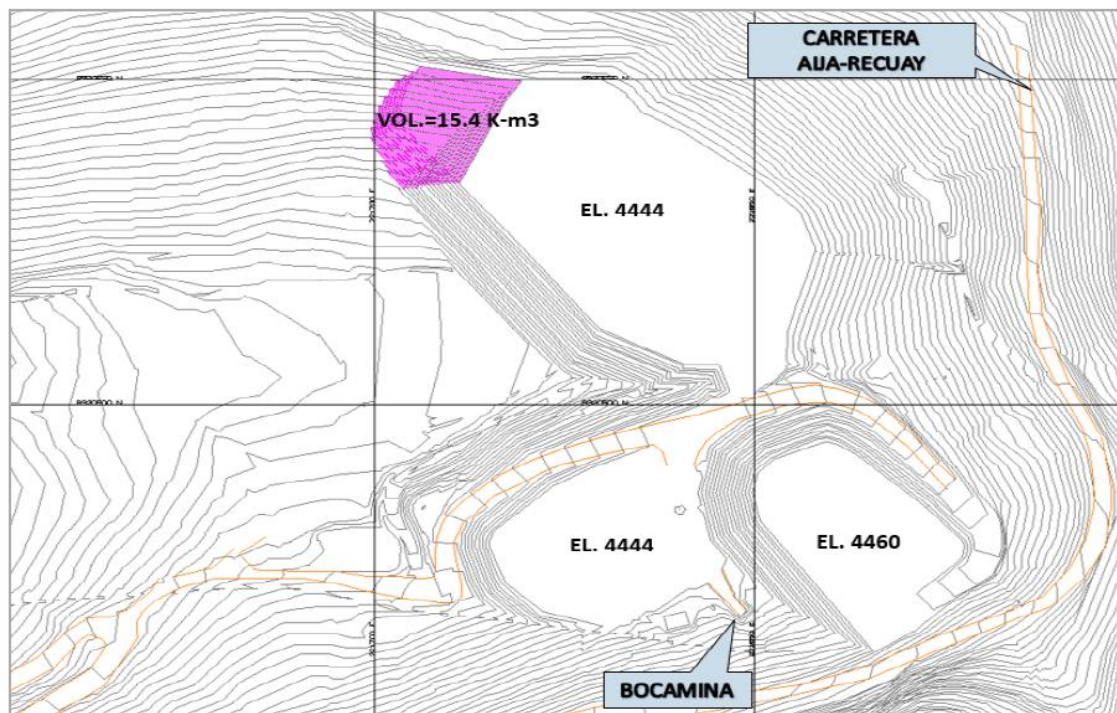


Gráfico N° 37

Diciembre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Caridad



Depósito De Desmorte – Coturcan

Gráfico N° 38

Enero 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Coturcan

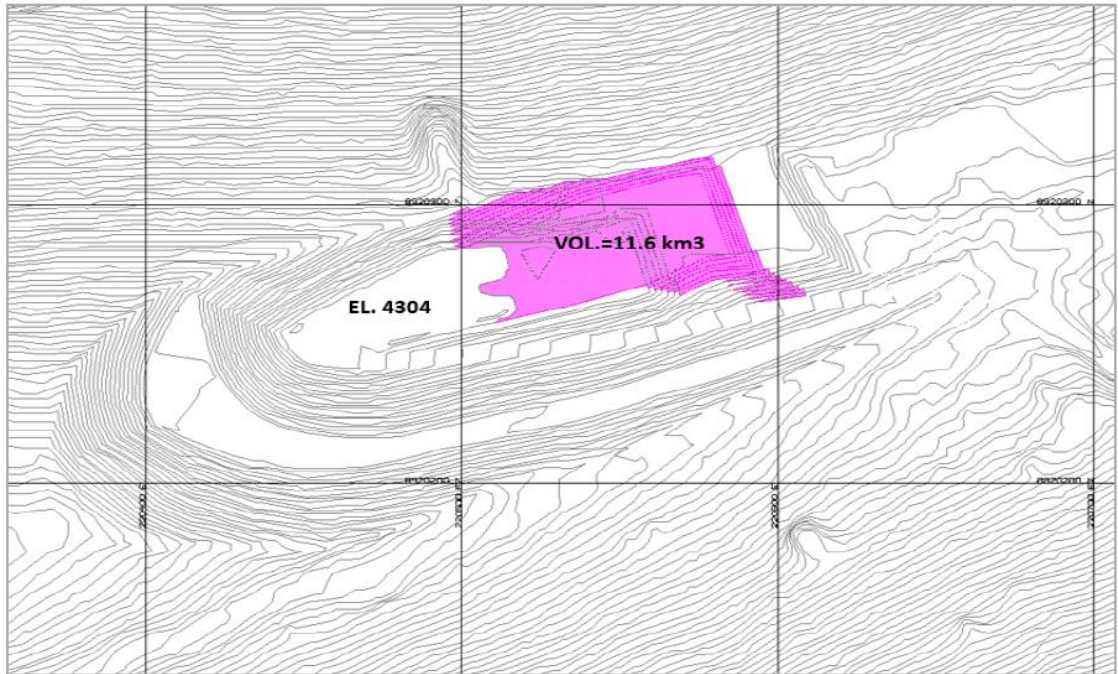
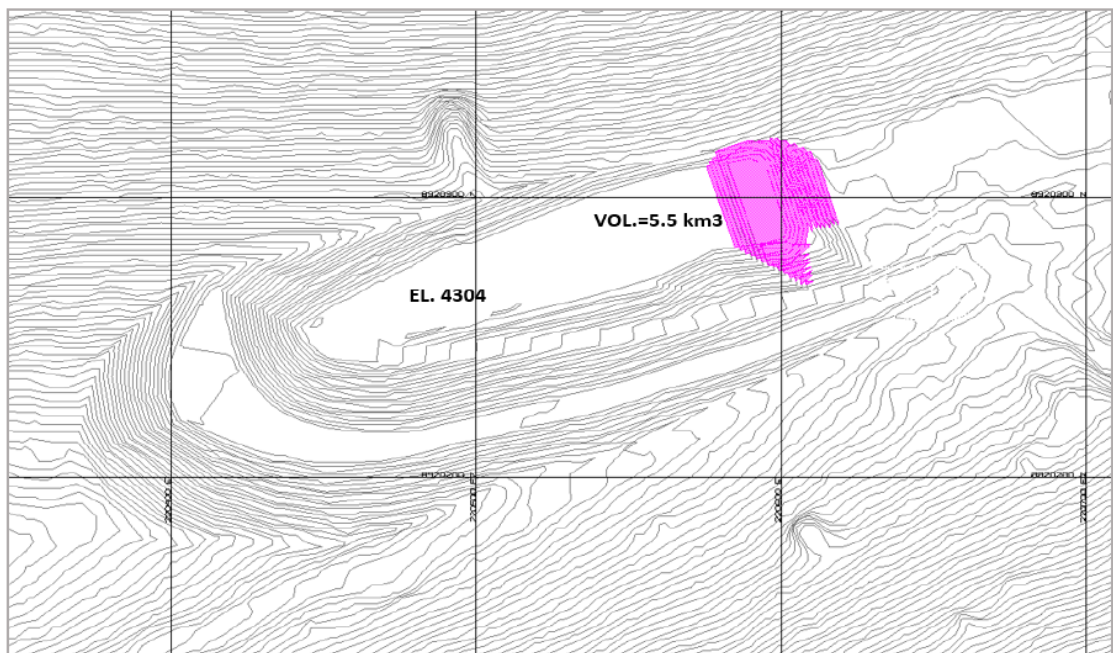


Gráfico N° 39

Febrero 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Coturcan



Depósito De Desmorte – Hércules

Gráfico N° 40

Enero 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Hércules

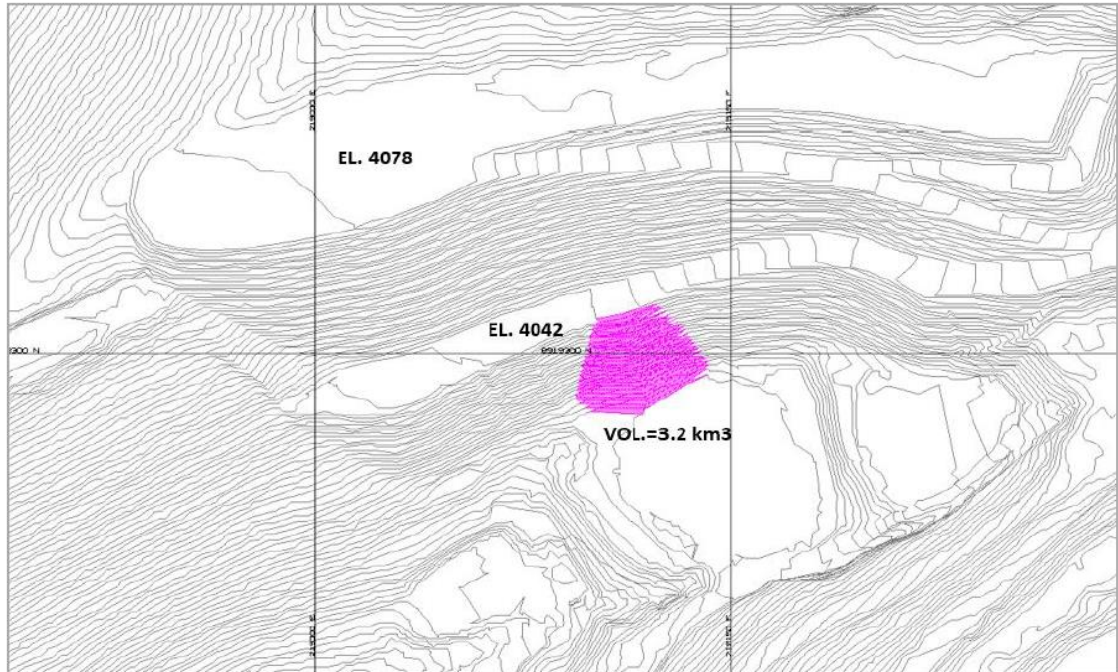


Gráfico N° 41

Febrero 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmorte Hércules

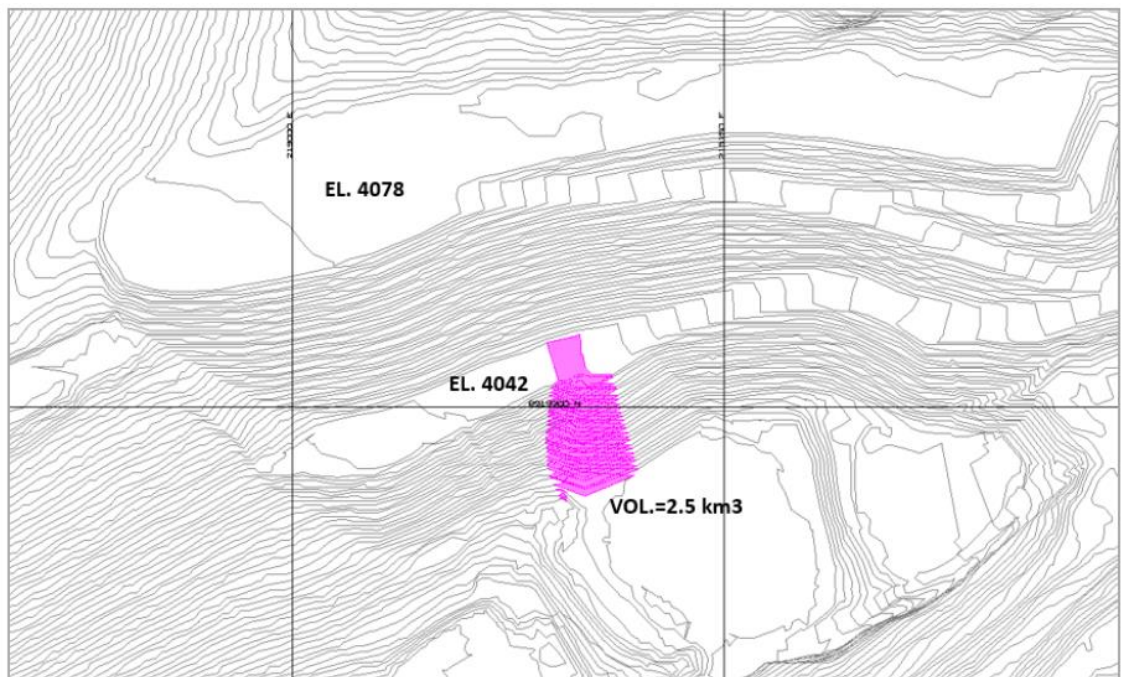


Gráfico N° 42

Marzo 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

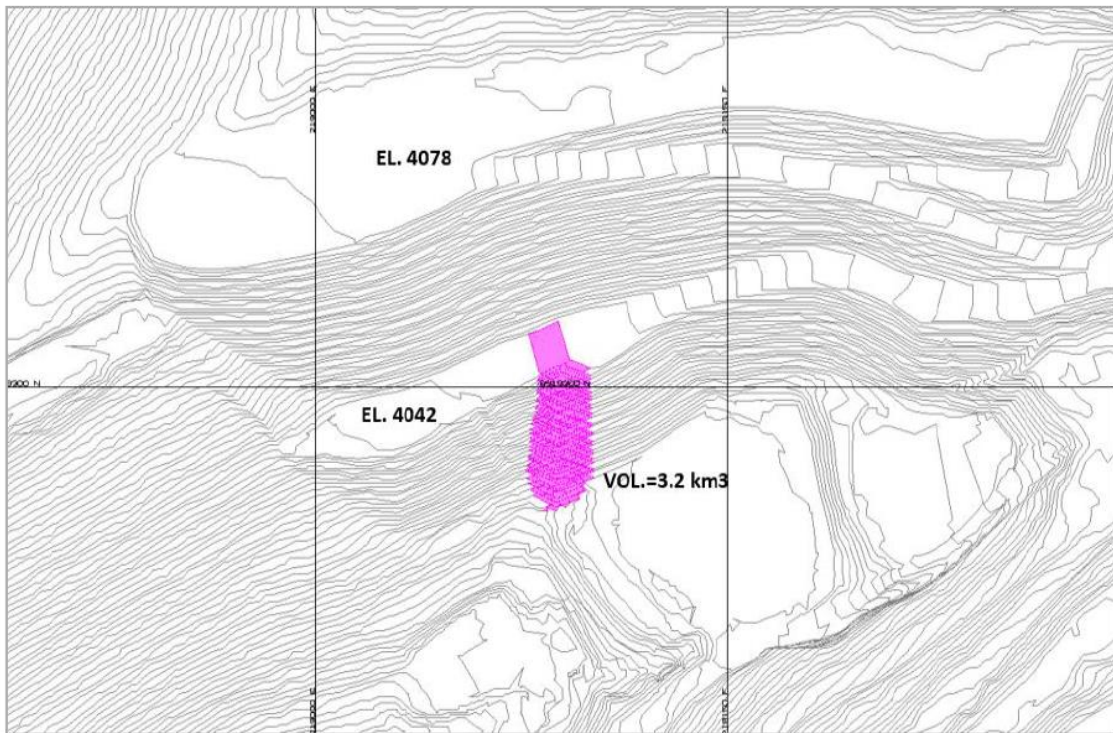


Gráfico N° 43

Abril 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

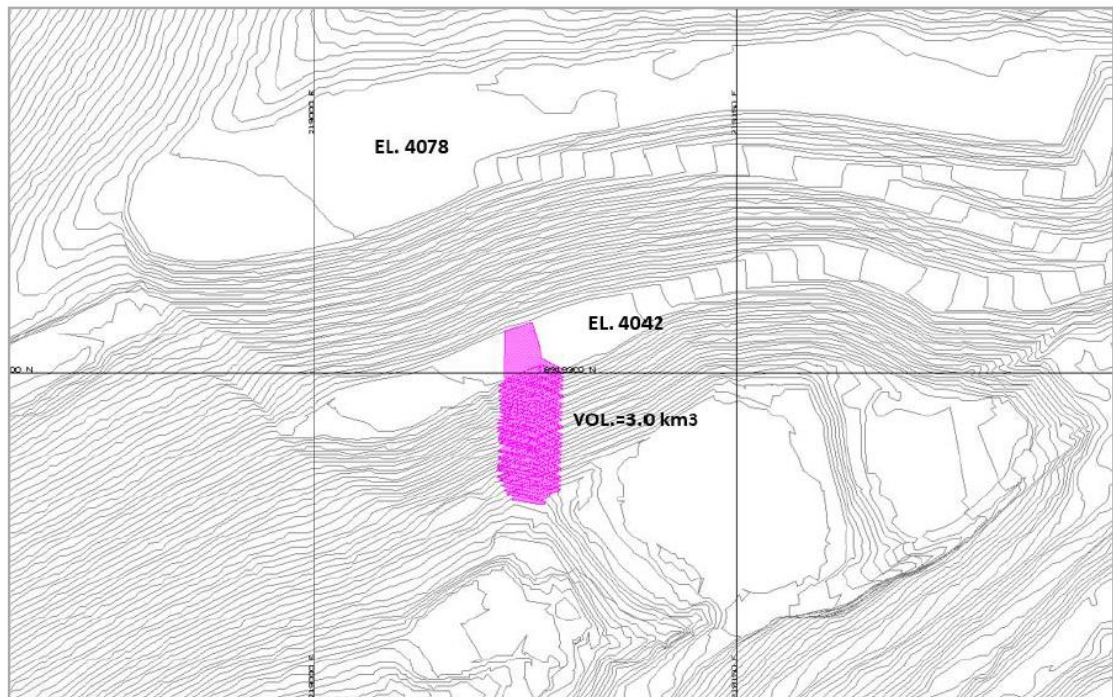


Gráfico N° 44

Mayo 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

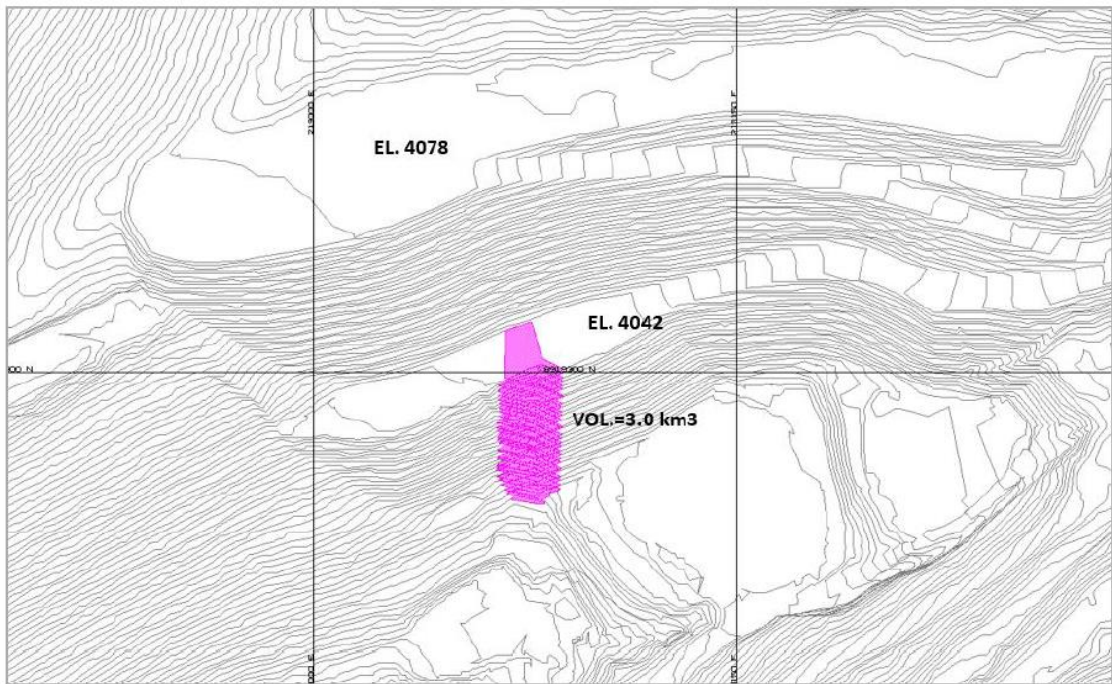


Gráfico N° 45

Junio 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

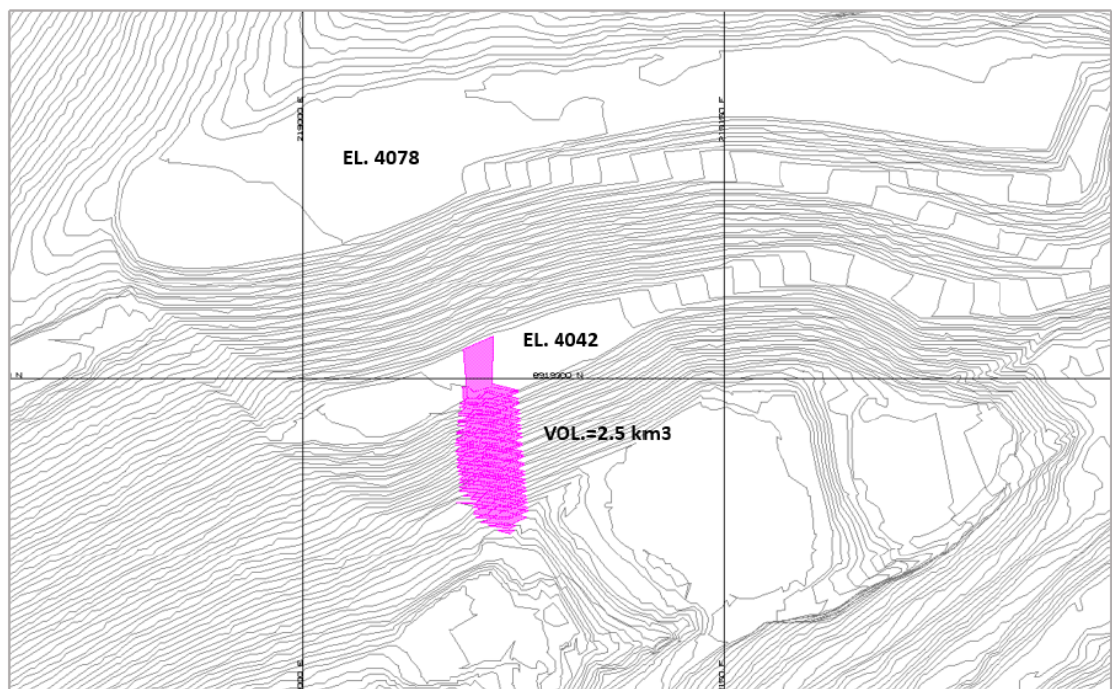


Gráfico N° 46

Julio 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

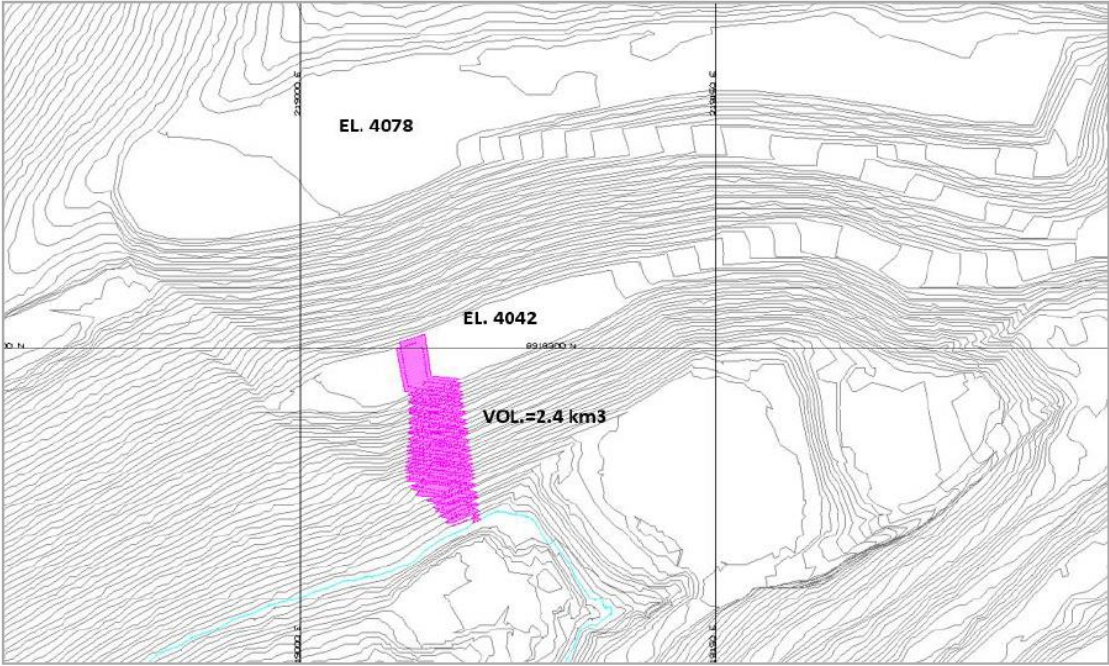


Gráfico N° 47

Agosto 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

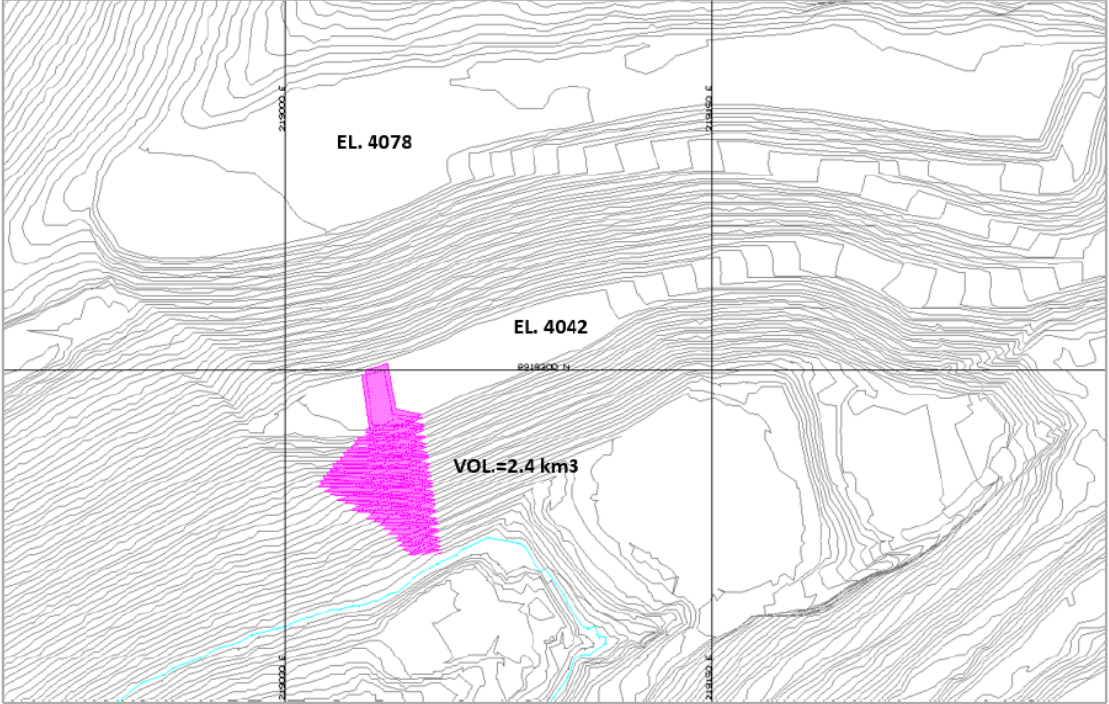


Gráfico N° 48

Setiembre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

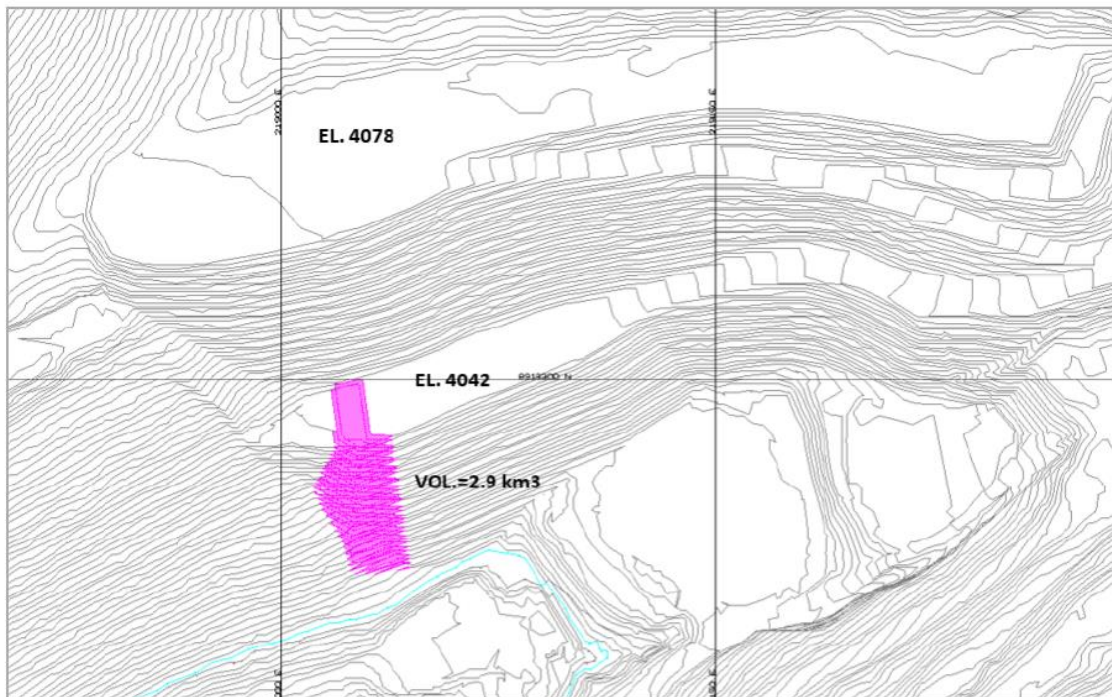


Gráfico N° 49

Octubre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

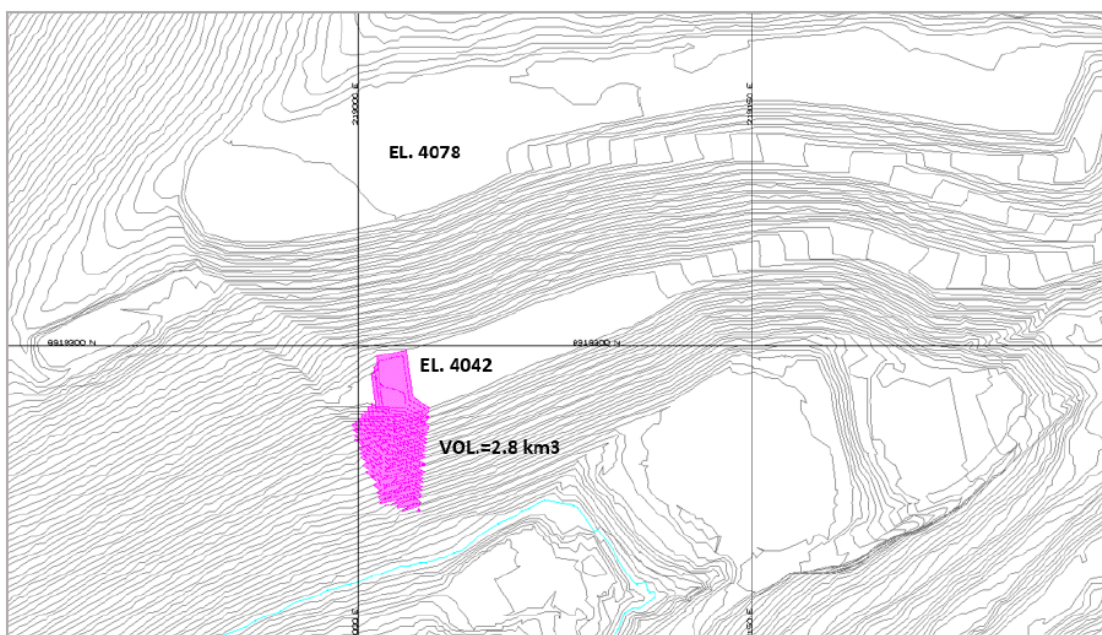


Gráfico N° 50

Noviembre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules

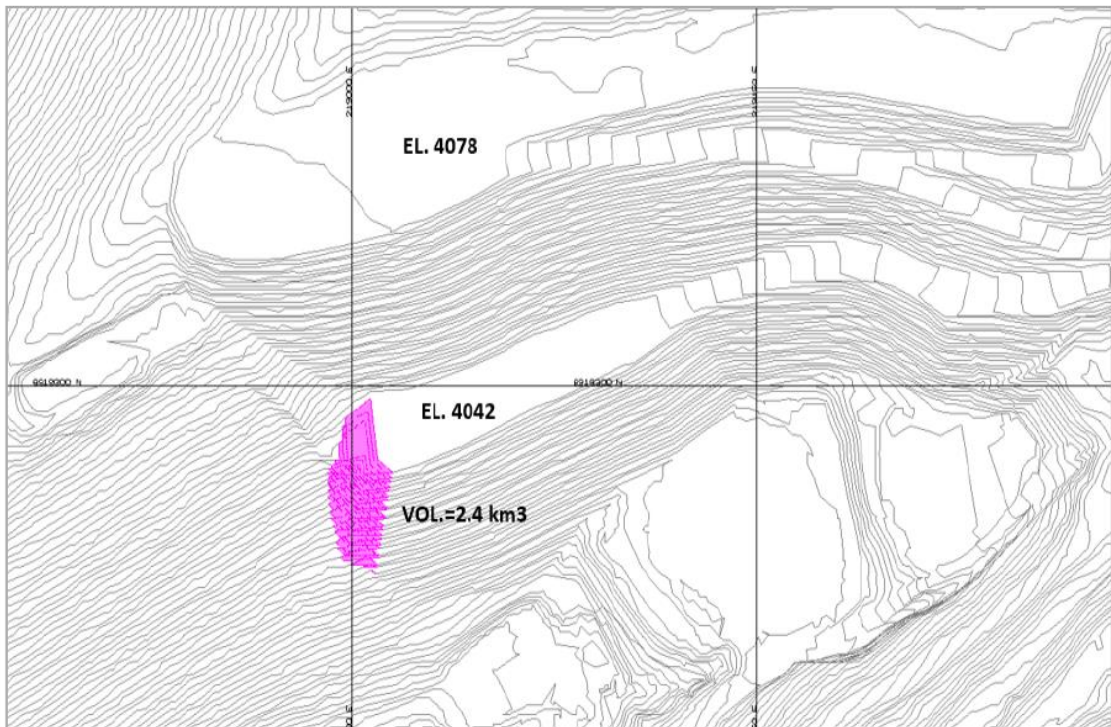
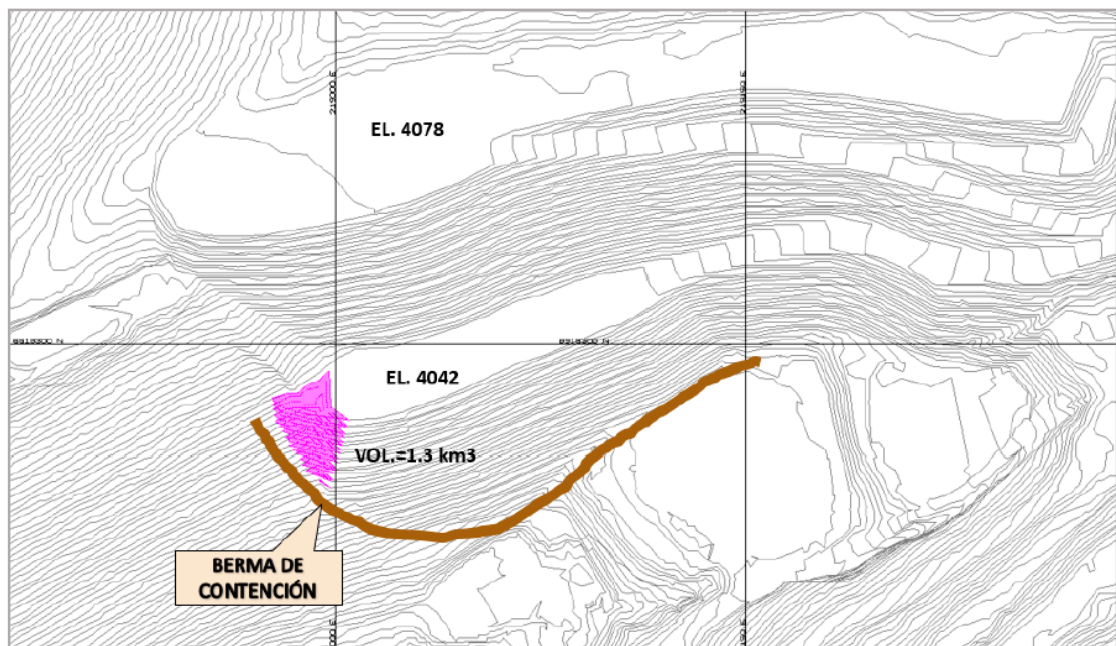


Gráfico N° 51

Diciembre 2020 – Plan De Descarga – Deposito De Desmonte Hércules



4.4. Discusión de resultados

Previo a realizar el diseño de los depósitos de desmonte en la Empresa Minera Lincuna S.A. se analizó varios aspectos como: el área directa e indirecta del proyecto, la geotecnia del terreno, la hidrología, el sistema fluvial, la sismicidad, la geomorfología, su geología, y algo más importante la parte geomecánica apreciando la presencia de tres dominios lito-estructurales (caja piso, estructura mineralizada, caja techo) en cada una en las Minas “Hércules, Coturcán y Caridad”. También se puede apreciar que los dominios lito-estructurales exponen variados rangos de calidad de masa rocosa, los cuales se definen como “Dominios Geomecánicos” caracterizados por presentar una valoración como se puede ver en la tesis.

En cuanto al diseño técnico de las desmonteras cuenta con las evaluaciones de Estabilidad Física y la implementación de estructuras de drenaje y subdrenaje, lo cual garantiza la adecuada evacuación de las aguas de no contacto, así como la conducción de aguas de contacto hacia la planta de tratamiento.

a) Dentro de los principales parámetros de diseño tenemos:

➤ Depósito de desmonte Hércules:

Nº de Banquetas = 02, Cota de Banco: Banqueta 01 = 4079msnm, Banqueta 02 = 4042msnm, Altura de Banco Promedio = 37.0m, Talud = 1.4H:1.0V, Ancho de Acceso = 10.0ml., Pendiente Máx. = 10%. Y Canales de coronación.

➤ Depósito De Desmonte Coturcan:

Nº de Banquetas = 02, Cota de Banco: Banqueta 01 = 4303msnm, Banqueta 02 = 4283msnm, Altura de Banco Promedio = 20.0m, Talud = 1.4H:1.0V, Ancho de Acceso = 10.0ml., Pendiente Máx. = 10%. Y Canales de Coronación, también cuenta con barrera enrocada.

➤ Depósito De Desmonte Caridad:

Se tiene, N° de Banquetas = 02, Cota de Banco: Banqueta 01 = 4460msnm, Banqueta 02 = 4444msnm, Altura de Banco Promedio = 16.0m, Talud = 1.4H:1.0V, Ancho de Acceso = 10.0ml, Pendiente Máx. = 10%, Sistema de Subdrenaje, cuenta con berma de contención, cámara de colección, canales de coronación.

b) Estabilidad del talud de los depósitos de desmonte tenemos:

- Depósito de desmonte Hércules: Angulo de estabilidad desmonte 34.1°, de cimentación 35°, basamento rocoso 37°
- Depósito de desmonte Costuran: Angulo de estabilidad desmonte 38.35°, de cimentación 35°, basamento rocoso 37°
- Depósito de desmonte Caridad: Angulo de estabilidad desmonte 33.15°, de cimentación 35°, basamento rocoso 37°

c) Vías de acceso: Las distancias de acarreo desde las bocaminas en operación hasta el depósito de desmonte son, a depósito de desmonte Hércules 6.5 km., depósito de desmonte Coturcan 0.5 km, depósito de desmonte Caridad 2.4 km y 0.2 km.

d) Hidrología e hidrogeología: Con respecto a la calidad de agua en la zona no es recomendado para consumo humano, ya que no satisface el ECA Categoría 1 A-2 de concentraciones de Arsénico y en otros casos el exceso muy ligero de Cadmio y Manganeso.

Poseen características de aguas acidas naturales, debido al afloramiento de rocas mineralizadas que son erosionadas por las precipitaciones pluviales, generando aguas que exceden el ECA categoría 3. Estas aguas son de similar característica que las de interior mina por la presencia de Arsénico, Cadmio, Hierro, Plomo y Zinc.

e) Geoquímica: El Desmonte que se descarga depósitos poseen características acidas, teniendo como resultada PH en pasta 7.18, PA 15.63 kg CaCO₃/tn, PN 16 kg CaCO₃/tn, PNN 0.37 kg CaCO₃/tn.

f) Sismicidad: Para el proyecto se considera un periodo de retomo de 475 años para el sismo de diseño, que corresponde a estructuras con una vida útil de 50 años y un nivel de excedencia del valor de aceleración propuesto de 10%.

g) Aspectos Ambientales: Para el control en la operación de descarga de los depósitos de desmonte requieren tener en consideración controles ambientales de la evacuación de las aguas de escorrentía superficial por medio de canales perimetrales, identificar los cuerpos de agua para canalizarlos y conducirlos fuera de la ampliación de las etapas de cada depósito.

Los sistemas de subdrenaje que se han instalado se han colocado para la captación de las filtraciones del cuerpo del depósito, para luego de ello se conduzcan hacia la planta de tratamiento de Aguas Acidas se construirá estructuras auxiliares tales como sistemas de drenaje, subdrenajes, canales de coronación, capa de revestimiento y protección de la fundación del depósito para evitar la contaminación.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado el trabajo de campo y de análisis de documentos se llegó a las siguientes conclusiones.

1. principales parámetros de diseño

➤ Depósito de desmonte Hércules:

N° de Banquetas = 02, Cota de Banco: Banqueta 01 = 4079msnm, Banqueta 02 = 4042msnm, Altura de Banco Promedio = 37.0m, Talud = 1.4H:1.0V, Ancho de Acceso = 10.0ml., Pendiente Máx. = 10%. Y Canales de coronación.

➤ Depósito De Desmonte Coturcan:

N° de Banquetas = 02, Cota de Banco: Banqueta 01 = 4303msnm, Banqueta 02 = 4283msnm, Altura de Banco Promedio = 20.0m, Talud = 1.4H:1.0V, Ancho de Acceso = 10.0ml., Pendiente Máx. = 10%. Y Canales de Coronación, también cuenta con barrera enrocada,

➤ Depósito De Desmonte Caridad:

Se tiene, N° de Banquetas = 02, Cota de Banco: Banqueta 01 = 4460msnm, Banqueta 02 = 4444msnm, Altura de Banco Promedio = 16.0m, Talud = 1.4H:1.0V, Ancho de Acceso = 10.0ml, Pendiente Máx. = 10%, Sistema de Subdrenaje, cuenta con berma de contención, cámara de colección, canales de coronación.

2. Estabilidad del talud de los depósitos de desmonte tenemos:

- Depósito de desmonte Hércules: Angulo de estabilidad desmonte 34.1°, de cimentación 35°, basamento rocoso 37°
- Depósito de desmonte Coturcan: Angulo de estabilidad desmonte 38.35°, de cimentación 35°, basamento rocoso 37°
- Depósito de desmonte Caridad: Angulo de estabilidad desmonte 33.15°, de cimentación 35°, basamento rocoso 37°

3. Hidrología e hidrogeología:

Poseen características de aguas acidas naturales, debido al afloramiento de rocas mineralizadas que son erosionadas por las precipitaciones pluviales, generando

aguas que exceden el ECA categoría 3. Estas aguas son de similar característica que las de interior mina por la presencia de Arsénico, Cadmio, Hierro, Plomo y Zinc.

4. Geoquímica:

El Desmonte que se descarga en los depósitos poseen características acidas, teniendo como resultado PH en pasta 7.18, PA 15.63 kg CaCO₃/tn, PN 16 kg CaCO₃/tn, PNN 0.37 kg CaCO₃/tn.

5. Sismicidad:

Para el proyecto se considera un periodo de retomo de 475 años para el sismo de diseño, que corresponde a estructuras con una vida útil de 50 años y un nivel de excedencia del valor de aceleración propuesto de 10%.

6. Aspectos Ambientales:

Para el control en la operación de descarga de los depósitos de desmonte requieren tener en consideración controles ambientales de la evacuación de las aguas de escorrentía superficial por medio de canales perimetrales, identificar los cuerpos de agua para canalizarlos y conducirlos fuera de la ampliación de las etapas de cada depósito.

RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda identificar todos los cuerpos de agua, en cada mina para canalizarlos y conducirlos fuera de la ampliación de cada depósito.
- 2.** Se recomienda que durante la descarga del primer y segundo lift se habilitará una zona para descarga temporal de material saturado, que estará ubicada entre la descarga de desmonte y el talud natural.
- 3.** Las descargas que se realiza en cada deposito deben ser controladas por topografía de forma diaria o de acuerdo a la planificación de corto plazo. Así mismo se controlarán los límites de diseño del talud.

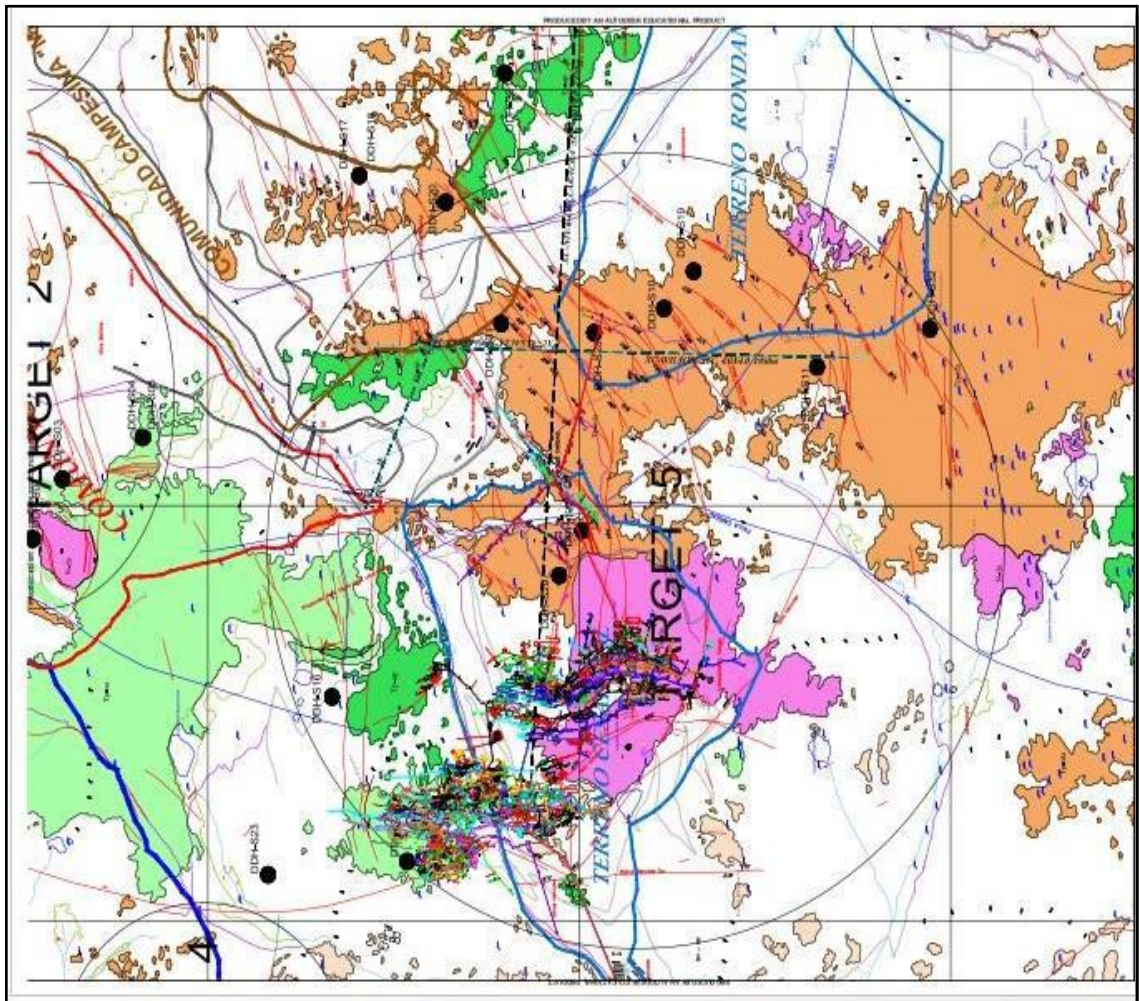
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASOCIACION DE SERVICIOS DE GEOLOGIA Y MINERIA IBEROAMERICANOS. (2020). *Pasivos ambientales mineros*.
2. BAUTISTA, C. (2020). "ESTUDIO MINERO PARA EL DISEÑO DEL DEPÓSITO DE DESMONTE CON MURO DE CONTENCIÓN EN UNA MINA SUBTERRÁNEA, CAJABAMBA 2020". [tesis de licenciamiento, Universidad Privada del Norte] repositorio institucional Universidad Privada del Norte.
3. BERNAL, C. (2010). *Metodología de la investigación* (Tercera edición ed.). (P. Educación, Ed.)
4. Bernaola, J., Castilla, J., & Herrera, J. (2013). *Perforación y voladura de rocas en minería*. DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS, Universidad Politécnica de Madrid.
5. Compañía Minera Lincuna S.A. (2018). *Producción y Productividad*.
6. EMPRESA MINERA LINCUNA S. A. (2018). Informe de la geología de las minas de Empresa Minera Lincuna S. A. .
7. HERNANDEZ, FERNANDES, BAPTISTA, R. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta edición ed.). (M. e. S.A., Ed.)
8. HONORIO, A. (2021). "Factibilidad para la ampliación del botadero mediante el análisis de estabilidad de taludes en mina Summa Gold Corporation". [tesis de licenciamiento, Universidad Nacional de Trujillo] repositorio institucional Universidad Nacional de Trujillo.
9. Instituto Geológico y Minero de España. (1987). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Instituto Geológico y Minero de España.
10. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS . (2004). *Ley que regula los pasivos ambientales de la actividad minera, LEY N° 28271*.
11. MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS (MEM). (2017). Reglamento de seguridad y salud ocupacional en minería , D.S. N° 024-2016-EM, MODIFICADO POR D.S. N° 023-2017-EM.

12. ORTIZ, S. (2011). *IMPACTO AMBIENTAL PRODUCIDO POR LOS BOTAUEROS DE DESMONTE Y PADS DE LIXIVIACIÓN EN LA MINA SANTA ROSA I>E PUNO*. [tesis de maestro, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann - Tacna] repositorio institucional U.N: Jorge Basadre Grohmann - Tacna.
13. ORTIZ, W. (2016). "*Diseño De Botaderos De Desmonte En Open Pit Usando Minesight 7.0 E.E. Piramide Cis Cuajone*". [tesis de licenciamiento, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa] repositorio institucional U.N. de San Agustín de Arequipa.
14. PANEZ, A. (2021). *Evaluación de la estabilidad física, química e hidrológica, para el cierre definitivo, del depósito de desmonte N8-PO, aplicando un modelo numérico, Huancavelica 2019*. [tesis de licenciamiento Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] repositorio institucional Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
15. SACACHIPANA, YERVA, D. (2021). "*Estudio geotécnico para el diseño y estabilidad del botadero de desmonte en el distrito de Chala provincia de Caravelí - Región Arequipa*". [tesis de licenciamiento, Universidad Tecnológica del Perú] repositorio institucional Universidad Tecnológica del Perú.
16. TAMAYO Y TAMAYO, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (cuarta edición ed.). (L. N. Editores, Ed.)
17. VILCA, A. (2019). "*ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA ESTABILIDAD DEL TALUD DEL DEPÓSITO DE DESMONTE SANTA ROSA DEL PROYECTO SANTA ROSA - AREQUIPA*". [tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
18. VILLANUEVA, LINO, HUAÑA, M. (2017). *Caracterización Geotécnica Y Diseño De Botaderos En Mina*. SRK Consulting, Lima.

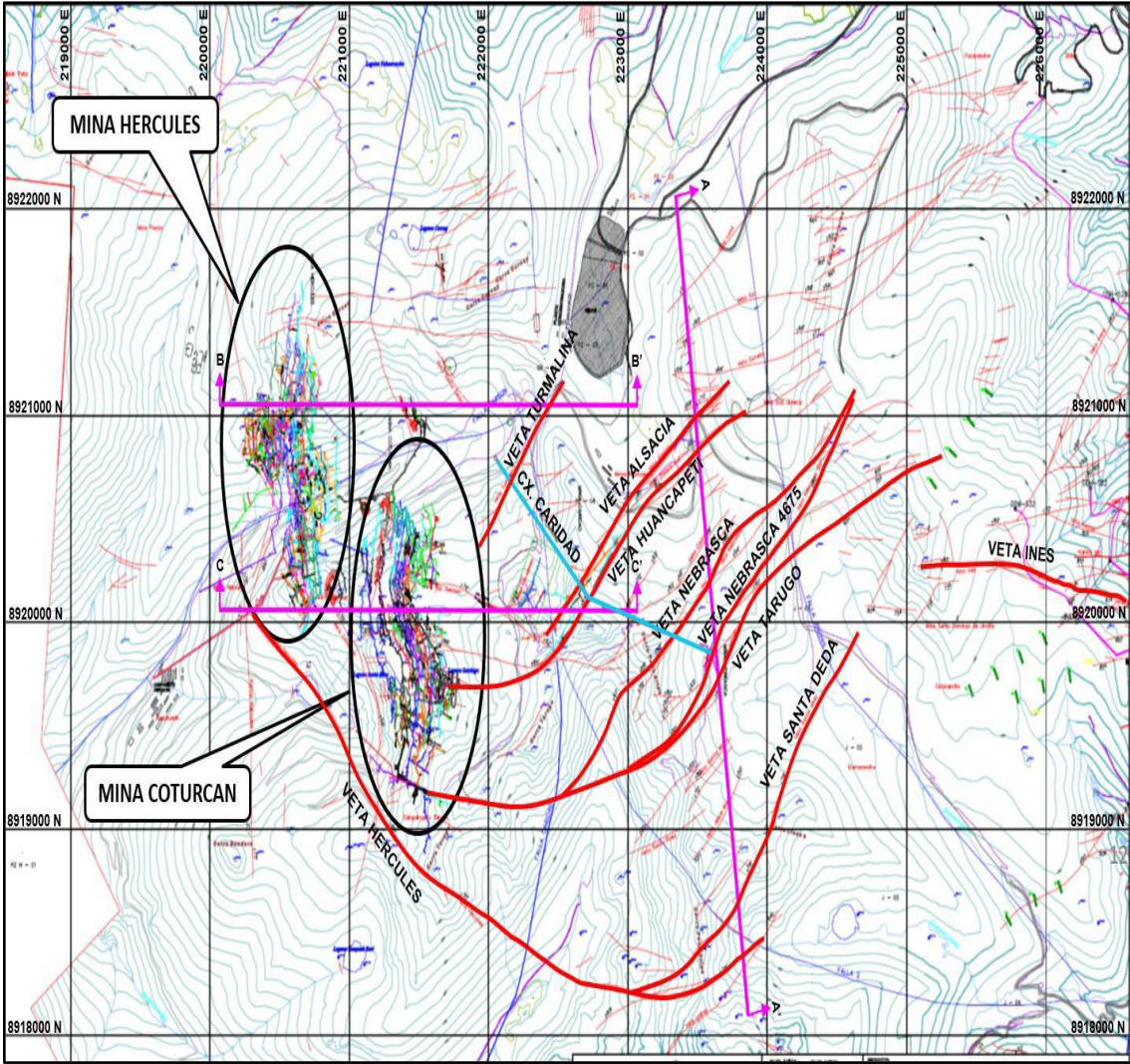
ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de recolección de datos – Plano Geológico de la Mina Lincuna



Fuente: (Departamento de Geología-Lincuna, 2017)

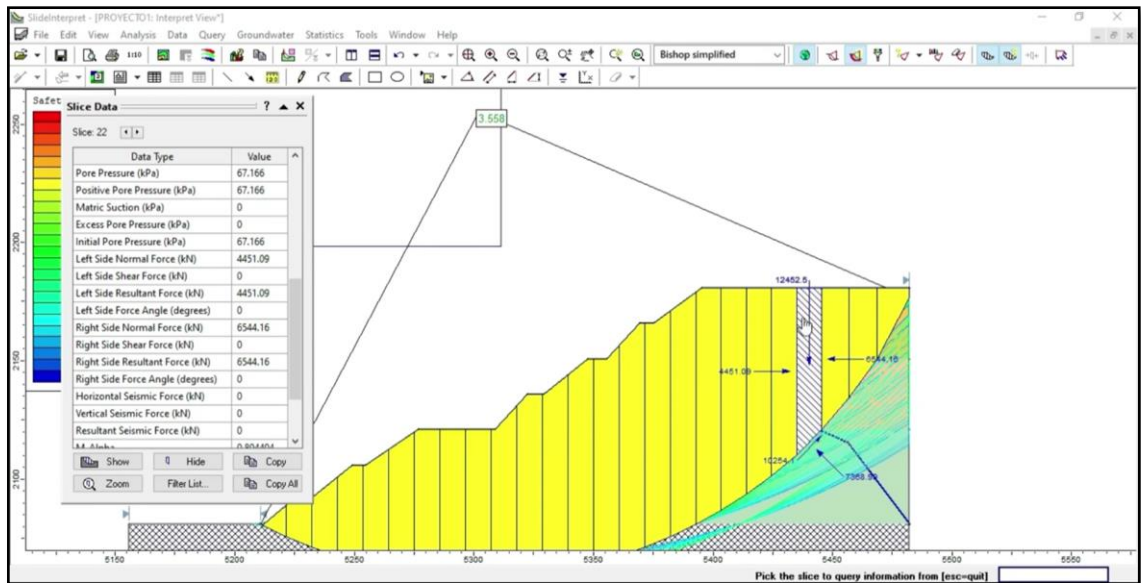
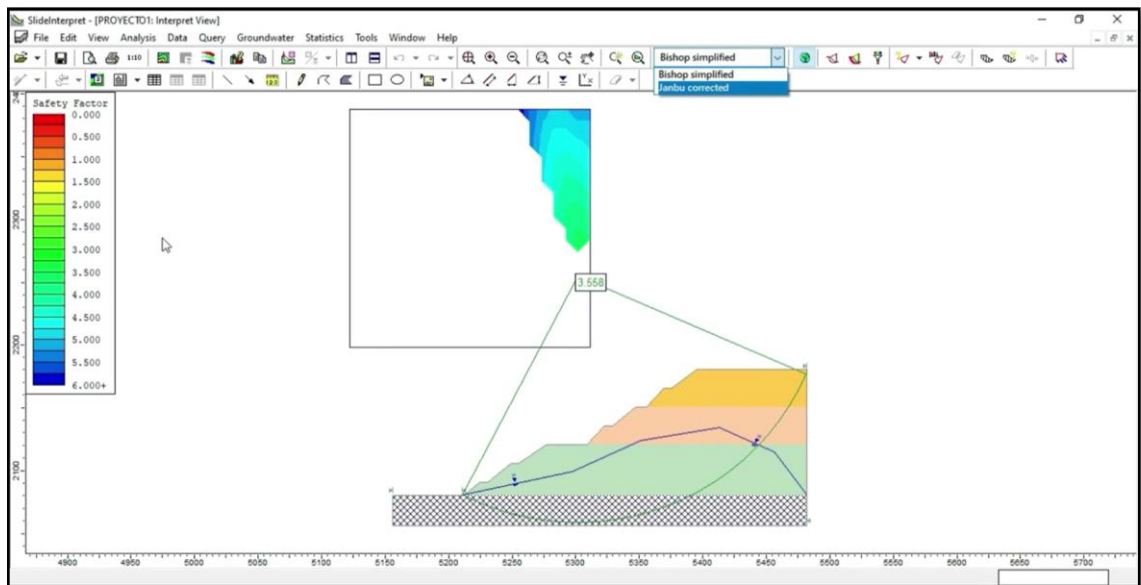
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos – Mina Lincuna; estructura Hércules - Coturcan



Fuente: (Departamento de Geología-Lincuna, 2017)

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos – Pruebas de estabilidad en el software

Slide 5.0



Anexo 4: Matriz de consistencia

Título: “DISEÑO DE LOS DEPOSITOS DE DESMONTE EN LAS OPERACIONES MINERAS DE LA COMPAÑÍA MINERA LINCUNA S.A.”				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>2.3.1 Problema general ¿Cuál debe ser el diseño de los depósitos de desmorte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.?</p> <p>2.3.2 Problemas específicos a. ¿Qué consideraciones técnicas se debe tener en el diseño de los depósitos de desmorte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.? b. Que aspectos ambientales se debe considerar en el diseño de los depósitos de desmorte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.?</p>	<p>2.4.1 Objetivo general Contar con un diseño de los depósitos de desmorte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A.</p> <p>2.4.2 Objetivos específicos a. Determinar los aspectos técnicos del diseño de los depósitos de desmorte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A? b. Considerar los aspectos ambientales en el diseño de los depósitos de desmorte en las operaciones mineras de la Compañía Minera Lincuna S.A?</p>	<p>3.4.2 Hipótesis específicas No corresponde plantar hipótesis específicas por ser una investigación cualitativa.</p>	<p>3.5 Identificación de variables 3.5.1 Variables para del problema general depósitos de desmorte 3.5.2 Variables para los problemas específicos Variable del problema específico a consideraciones técnicas Variable del problema específico b aspectos ambientales</p>	<p>Tipo de I. Aplicado Nivel de I. descriptivo y analítico Método de I. deductivo y el de análisis Diseño de I. no experimental 4.4.2 Muestra Lo constituye la zona donde se construirá el depósito y el material de desmorte</p>