

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas



TESIS

**“COMPARACIÓN DE COSTOS DEL GCL Y SOIL LINER EN EL PAD DE
LIXIVIACIÓN II EJECUTADO POR COANSA EN MINERA CUAJONE
DURANTE EL PERIODO 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

AUTOR:

Bach. Huamán Gutierrez Ignacio

ASESOR:

M. Cs. Ing. Gonzales Yana Roberto Severino

CAJAMARCA – PERÚ

2023

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **COMPARACIÓN DE COSTOS DEL GCL Y SOIL LINER EN EL PAD DE LIXIVIACIÓN II EJECUTADO POR COANSA EN MINERA CUAJONE DURANTE EL PERIODO 2021**, realizada por el Bachiller en Ingeniería de Minas **Ignacio Huamán Gutierrez** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor MCs. Roberto Severino Gonzales Yana con el software antiplagio Turnitin que identifica **18% (dieciocho por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:302178354**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 08 de enero del 2024

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería

Cc.
Archivo
c00424jf



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258801 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 08/01/2024 11:22:06-0500

AGRADECIMIENTO

A mis padres quienes nos apoyaron e inspiraron a lo largo de nuestra vida y académicamente, siempre creyendo en nosotros sin dudar de nuestras capacidades.

Gracias al Ingeniero Roberto Severino Gonzales Yana y a los docentes de cada asignatura, por brindarme tanto conocimiento, paciencia y enseñanza.

Esta gran universidad me abrió sus puertas para recibir una buena educación y convertirme en un profesional responsable y riguroso, esto me ha preparado para un futuro competitivo.

DEDICATORIA

La gracia de Dios manifestada en su resplandor, su amor, su bendición, su misericordia sobre mi vida, la vida de mis hermanos y padres: Adres Huamán y Teresa Gutiérrez, en quienes encontré mi faro en un refugio seguro y mi hogar cálido.

Gracias por todo, sin ustedes no lo habría logrado.

EL AUTOR

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	vii
ÍNDICE DE FOTOS	viii
LISTA DE ABREVIACIONES	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I:	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.	3
2.2. Bases Teóricas	5
2.2.1. Corte y eliminación de material orgánico (Topsoil)	5
2.2.2. Corte de material inadecuado	6
2.2.3. Relleno estructural	7
2.2.4. Sistema de subdrenaje	9
2.2.5. Suelo de baja permeabilidad	10
2.2.6. Impermeabilización de la base	11
2.2.7. Colocación de geotextil.....	12
2.2.8. Colocación de la geomembrana.	12
2.2.9. Sistema de colección de la solución.....	15
2.2.10. Sobrerevestimiento.....	15

	Pág.
2.2.11. Costo	16
2.3. Definición de términos básicos.....	17
2.4. Ubicación de la investigación	19
2.4.1. Ubicación geográfica	19
2.4.2. Accesibilidad.....	22
2.5. Clima y Vegetación	22
2.6. Geología.....	22
2.6.1. Geología regional	22
2.6.2. Geología local	23
2.6.3. Geología estructural de la mina Cuajone	24
2.7. Costos de capital.....	26
2.7.1. Estimado de metrados	26
2.8. Costos unitarios	31
2.8.1 Lista de recursos.....	31
2.8.2 Estimado de costos	32
 CAPÍTULO III.....	 33
 MATERIALES Y MÉTODOS.....	 33
 3.1. Metodología de la investigación	 33
3.1.1. Tipo, nivel diseño y método de la investigación.....	33
3.1.2. Población de estudio	33
3.1.3. Muestra.....	33
3.1.4. Unidad de análisis	33
3.1.5. Definición de variables	34
3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.2.1. Técnicas.....	36
3.2.2. Instrumentos, materiales y equipos:	36
3.3. Procedimientos:	37
3.3.1. Etapa preliminar en gabinete.....	37
3.3.2. Etapa de Campo	37
3.3.3. Etapa Final de Gabinete	37

	Pág.
CAPÍTULO IV	38
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
4.1. Costo de GCL	38
4.1.1. Costo directo del GCL	38
4.1.2. Costo Indirecto del GCL	38
4.1.3. Total costo de GCL (Sin IGv)	40
4.1.4. I.G.V.....	41
4.1.5. Total Costo del GCL (INC. IGv)	41
4.1.6. Análisis del costo del GCL	41
4.2. Costo del Soil Liner	44
4.2.1. Costo directo de Soil Liner	44
4.2.2. Costo Indirecto de Soil Liner	44
4.2.3. Total costo de Soil Liner (Sin IGv)	47
4.2.4. I.G.V.....	47
4.2.5. Total Costo de Soil Liner (INC. IGv)	47
4.2.6. Análisis del costo del Soil Liner	47
4.3. Comparación de costos entre el GCL y Soil Liner	50
4.3.1. Costo Unitario del GCL y soil liner	52
4.3.2. Influencia de la variación de costos del GCL y soil liner.	52
 CAPÍTULO V	 54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Especificaciones técnicas del material para relleno estructural.	8
Tabla 2: Especificaciones técnicas de la capa de suelo de baja permeabilidad	10
Tabla 3: Propiedades para geomembrana LLDPE SST de 2,0 mm.	14
Tabla 4: Coordenadas geográficas del PAD de lixiviación Cuajone	19
Tabla 5: Coordenadas UTM del PAD de lixiviación Cuajone.....	20
Tabla 6: Partida de metrados considerados en el presupuesto (a).....	27
Tabla 7: Partida de metrados considerados en el presupuesto (b).....	28
Tabla 8: Partida de metrados considerados en el presupuesto (c).....	29
Tabla 9: Partida de metrados considerados en el presupuesto (d).....	30
Tabla 10: Listado recursos en el presupuesto	32
Tabla 11: Operalización de variables	35
Tabla 12: Tabla de costo directo del GCL	39
Tabla 13: Tabla de costo indirecto del GCL	40
Tabla 14: Costo Directo de Soil Liner	45
Tabla 15: Costo indirecto de Soil Liner	46
Tabla 16: Comparación de costo directo entre el GCL y soil liner.....	50
Tabla 17: Comparación de costo indirecto entre el GCL y soil liner.....	51
Tabla 18: Cálculo del costo unitario del GCL y soil liner	52
Tabla 19. Comparativo de variación de costos entre el GCL y soil liner	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Permeabilidad del suelo.....	11
Figura 2: Diagrama de composición de costos para la construcción. (Callejas, F., 2018)	17
Figura 3: Ubicación política de la mina Cuajone.....	20
Figura 4: Ubicación del PAD de lixiviación de la Mina Cuajone georreferenciado en el sistema WGS84	21
Figura 5: Geología estructural de la mina Cuajone(Concha y Bernabé, 1999).....	25

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1: Presupuesto de las partidas del costo directo del GCL.....	41
Gráfica 2: Porcentaje representativo del costo directo del GCL	42
Gráfica 3: Presupuesto de las partidas del costo indirecto del GCL	43
Gráfica 4: Porcentaje representativo del costo indirecto del GCL	43
Gráfica 5: Presupuesto de las partidas del costo directo del soil liner	48
Gráfica 6: Presupuesto del costo directo del soil liner en porcentaje.....	48
Gráfica 7: Presupuesto de las partidas del costo indirecto del soil liner	49
Gráfica 8: Presupuesto del costo indirecto del soil liner en porcentaje.....	49
Gráfica 9: Comparativo del costo directo entre el GCL y soil liner.....	50
Gráfica 10: Comparativo del costo indirecto entre el GCL y soil liner.....	51

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1: Corte de material orgánico en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone	6
Foto 2: Corte de material inadecuado en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone	7
Foto 3: Sistema de subdrenaje en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone....	9
Foto 4: Impermeabilización de la base en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone	11
Foto 5: Colocación de Gotextil en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone	12
Foto 6: Colocación de geomembrana en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone	15
Foto 7: Sobrevestimiento en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone	16
Foto 8: GCL de bentonita que se utilizó en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone	18

LISTA DE ABREVIACIONES

PAD	: Pila de lixiviación
GCL	: Revestimiento Geosintético de arcilla
GM	: Geomenbrana
GT	: Geotextil
GC	: Geocompuesto
\$: Dólar
S/.	: Nuevo Sol
USD	: Dólares Americanos
GLB	: Pago de estos trabajos se hará en forma global
M	: Metros
Mm	: Milímetro
Km	: Kilómetros
Pulg	: Pulgada
M3	: Volumen
M2	: Área
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
ASTM	: Sociedad Estadounidense para Pruebas de Materiales.
IGV	: Impuesto General a las Ventas

RESUMEN

El proyecto minero que circunscribe esta investigación es el proyecto Cuajone, el cual se localiza en el departamento de Moquegua, Perú. Actualmente, el proyecto enfrenta un problema de área insuficiente de plataformas de lixiviación construidas, es por lo que se tuvo la necesidad de ampliar el área para alcanzar los objetivos de procesamiento de mineral que se proyectó la mina para el periodo 2021. Para ampliar el PAD de lixiviación II; se usó dos materiales impermeabilizantes que son el GCL y Soil Liner, ambos con diferentes costos; este contexto desencadenó como objetivo de esta investigación determinar la diferencia de costos del GCL y Soil Liner en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021. Al realizar la comparación de costos entre el GCL y Soil Liner se puede identificar que en el costo directo que el GCL es 20.77 % más elevado que el Soil Liner, al momento de realizar el cálculo total del costo el GCL es un 14.98% más elevado que el Soil Liner dando así por indicado que el costo de un Pad de lixiviación con GCL es más elevado que implementarlo con Soil Liner. Además, se puede aseverar que los costos difieren en un aproximado del 15%, ambos cumplen con la función de impermeabilizante en el PAD de lixiviación; pero a raíz de costos, el Soil Liner es el que es más bajo y además genera menor impacto ambiental en su ejecución, siendo así este es en términos económicos recomendable utilizar en el PAD de lixiviación; sin embargo, es importante decidir su elección haciendo caso también las características del terreno de fundación.

Palabras claves: PAD de lixiviación, impermeabilizante, GCL, Soil Liner, costos.

ABSTRACT

The mining project that circumscribes this research is the Cuajone project, which is located in the department of Moquegua, Peru. Currently, the project faces a problem of insufficient area of leaching platforms built, which is why there was a need to expand the area to achieve the mineral processing objectives that the mine projected for the 2021 period and used two materials. waterproofing such as GCL and Soil Liner, both with different costs, which triggered the objective of this investigation to determine the difference in costs of GCL and Soil Liner in the leaching PAD II executed by COANSA at Cuajone mining during the 2021 period. cost comparison between the GCL and Soil Liner it can be identified that in the direct cost that the GCL is 20.77% higher than the Soil Liner, at the time of making the total cost calculation the GCL is 14.98% higher than the Soil Liner, thus indicating that the cost of a leaching pad with GCL is more expensive than implementing it with Soil Liner. In addition, it can be asserted that the costs differ by approximately 15%, both fulfill the function of waterproofing in the Leaching pad, but due to costs, what generates the lowest cost and also the lowest environmental impact is the Soil Liner in its execution, which is more proper to execute and implement in the Leaching pads.

Keywords, leaching PAD, waterproofing, GCL, Soil Liner, costs.

CAPÍTULO I:

INTRODUCCIÓN

La minería superficial contempla varias actividades o tareas para obtener los metales económicamente explotables; dentro de estas actividades se encuentra el carguío y transporte del mineral hacia el PAD de lixiviación, que es un terreno preparado usando la ingeniería para almacenar el mineral que será lixiviado, cuya característica resaltante es la de servir como barrera de la solución lixivante, protegiendo el terreno natural y por ende el medio ambiente.

El PAD de lixiviación por ser un área que va a almacenar y soportar grandes cantidades de mineral es sometido a estudios geotécnicos, sísmicos, hidrológicos, entre otros; de estos estudios deriva los resultados con los materiales específicos a usar en su construcción.

Generalmente, en la construcción de PADs de lixiviación para minería, se considera el uso del GCL como material de baja permeabilidad en zonas del PAD que presentan pendientes pronunciadas o en zonas de difícil acceso para la colocación del Soil Liner o de difícil acceso para los equipos necesarios en su instalación (rodillo, tractor y moto); este procedimiento es casi un factor común en todas las compañías mineras que lixivian su mineral.

En el 2021, la ampliación del PAD de lixiviación II minera cuajone fue encargada a la empresa COANSA, cuya supervisión siguió el modelo de construcción preestablecido en relación al material de baja permeabilidad; sin embargo, si se quisiera implementar la instalación de GCL en zonas con pendiente suave, la empresa debería contar con un análisis de costos entre GCL y Soil Liner para no incurrir en errores constructivos o pérdidas económicas; es así que en este estudio se persigue realizar dicha comparación.

Ante esta situación se plantea la pregunta: ¿Cuál es la diferencia en la comparación de costos del GCL y Soil Liner en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021?, debido a esto se presenta la siguiente hipótesis: En la construcción del PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021 los costos de Soil Liner es mayor que el GCL en un 15%, esto puede estar involucrado con factores relacionados a los costos que se produce la instalación de materiales y equipos

para colocar el Soil Liner, además del tiempo que demora el proceso, tiempos muertos que generan los procesos, entre otros.

El área de estudio del presente proyecto se realizó en el PAD de lixiviación II – Unidad Minera Cuajone, ubicado aproximadamente a 46 km de la ciudad de Moquegua; correspondiente al proyecto de ampliación del área II del PAD de lixiviación Cuajone.

Este estudio tiene como propósito hacer una comparación de costos entre el GCL y Soil Liner para indicar cuál de los impermeabilizantes sería el más óptimo para colocar en el PAD de lixiviación con la finalidad de mejorar la rentabilidad a la empresa, además de ver el sistema costo beneficio a largo plazo. Asimismo, con el desarrollo de la tesis, se podrán tomar decisiones de manera eficaz para no generar costos adicionales en la colocación ya sea de GCL o Soil Liner, analizando todos los factores que conllevan a su colocación y mantenimiento.

Formulación del problema

¿Cuál es la diferencia de costos del GCL y Soil Liner en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021?

Objetivo General

- Comparar los costos del GCL y Soil Liner en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021.

Objetivos Específicos

- Analizar los costos unitarios del GCL en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021.
- Analizar los costos unitarios del Soil Liner en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021.
- Contrastar los costos del GCL y Soil Liner en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021.

Hipótesis

En la construcción del PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021 los costos de Soil Liner es mayor que el GCL en un 15%, lo que se determinará en la investigación.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.

Batista, J. (2021). En su tesis de posgrado titulado “Evaluación de factores que influyen en la hidratación de GCL en sub- grados laterítico”, concluye que el objetivo de comprender el proceso de hidratación de los GCL y su desempeño posterior a la hidratación cuando está en contacto con subrasantes lateríticas del suelo, realizó sus estudios de investigación en un laboratorio, los resultados se dio que el contenido de humedad de la subrasante tuvo una influencia significativa en la hidratación del GCL, y cuando se compacta con un contenido de humedad 2% por encima del contenido, todos los GCL funcionaron mejor en parámetros óptimos.

Saravia, C. (2021). En su trabajo de investigación titulado (Construcción del PAD de lixiviación FASE 2 Sector Sur Minera Shahuindo- PAN AMERICAN SILVER”, indicó que para lograr una adecuada nivelación del PAD fue necesario realizar rellenos con material de baja permeabilidad, en este caso fue útil el uso del Soil Liner para llegar a la nivelación requerida en el Grading del PAD, asimismo para gallar el volumen del material de relleno se tomó como base al terreno de fundación el cual se levantó con anterioridad y se comparó con la superficie de nivelación PAD, mediante este proceso de obtuvo la cantidad de metros cúbicos utilizados.

Paredes, O. (2020). En su investigación titulada “Aspectos generales para el diseño de la ampliación de un PAD de lixiviación en la minería”, establece que el GCL se usa como una capa impermeabilizante antes de la colocación de geomembrana en suelos de alta permeabilidad para toda la extensión del PAD, asimismo como medida de protección para el GCL y evitarlos punzonamientos en zonas rocosas, se colocará debajo del GCL un geotextil o geocompuesto, según indique el ingeniero supervisor ya sea revestimiento simple o compuesto, acorde a las condiciones que se encuentren durante la construcción. El GCL, el geocompuesto y/o geotextil son considerados para la estabilización del PAD de lixiviación. Además de los estudios aplicados al material Soil Liner que indicaron la baja

permeabilidad que posee para hacer su uso en el PAD de lixiviación donde se considere necesario.

Cuellar, J. (2019). En su proyecto de investigación titulada: “Control ambiental y geotécnico del PAD de lixiviación Fase IV de la mina Cuajone”, indicó que en los taludes de corte, cuya pendiente es mayor a 2,0H:1V es necesario usar GCL, además que el GCL presenta una cohesión que varía de 8 a 12 kPa y un ángulo de fricción interna de 6° a 10° aproximadamente, además con el fin de estabilizar físicamente los taludes se considero que el GCL tenga un espesor de 1.50 mm, una envolvente de falla lineal con una cohesión de 10Kpa, y un peso específico de 16kN/m³.

Ipanaque, J. (2017). En su trabajo de investigación titulado “Estudio de factibilidad para la ampliación de un PAD de lixiviación y obras auxiliares para una empresa minera”, indicó que el GCL se usó para el revestimiento de Poza PLS como parte de la estabilización, además que también se colocaría en la base en el cual será fijado con anclaje existente para mejorar la resistencia a la fluencia y la resistencia horizontal, al ver el tema de costos para su instalación el m² costó 0.83\$, en este proyecto se empleó un total de 1566.40 m² lo que generó un costo de 1300.11\$. Asimismo, para nivelación y relleno se hizo uso de Soil Liner tanto para relleno estructural, indicando que el Soil Liner es un material de baja permeabilidad.

Alcalá, A. (2017). En su estudio titulado “Diseño de depósito de materiales de desbroce en condiciones desfavorables”, establece que el GCL se usa no solamente para terrenos de fundación, sino también para cierre de minas; concluyendo que la cobertura es la finalización del cierre del depósito. Para eso se colocará GCL+ Geomembrana y una capa de material permeable, que en este caso será grava, con espesor variable en toda la superficie del DMB. Posteriormente se colocará material orgánico (e=0.10m) para el sembrío de plantas nativas.

Briones, K. (2016). En su investigación titulada “Método y planeamiento de la construcción de una plataforma de lixiviación en un proyecto minero”, concluye que los equipos junto con la mano de obra representan aproximadamente al 84% del costo del proyecto. Esto sugiere que las tarifas horarias de mano de obra y equipos juegan un rol importante en el costo total del proyecto. Al ser una obra de varios equipos de movimientos de tierras, es esencial el estudio detallado de las tarifas horaria a diferencia para cada operador, ello ha permitido reducir el costo del proyecto en 3% respecto al costo con una tarifa horaria de operador estándar.

Vela y Tomayo (2011). En su estudio de investigación titulado “Distribución de productos geosintéticos en el Perú”, determina que la GCL se puede alargar hasta un 30% antes de que su permeabilidad se vea severamente afectada vs. la arcilla compactada, cuyo límite es de 5% aproximadamente, por lo tanto, el GCL ELCOSEAL es adecuado para el recubrimiento en casos de grandes asentamientos.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Corte y eliminación de material orgánico (Topsoil)

Excavación de tierra vegetal teniendo en cuenta que, en todas las áreas de relleno o cubierta, que se pretendan utilizar como fuente de crédito, la limpieza, depuración y remoción de tierra orgánica superficial deberá realizarse dentro del área de construcción especificada en el proyecto.

limpieza de terreno consiste en extraer desechos de materiales de una construcción y materiales nocivos que se encuentran sobre la superficie. El desbroce se considera extraer toda la vegetación que existe, raíces y elementos orgánicos. Este material orgánico(Topsoil) extraído se traslada y se deposita en lugares específicos elegidos por la unidad minera. (Briones, 2016)



Foto 1: Corte de material orgánico en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

2.2.2. Corte de material inadecuado

Material inadecuado se concreta que son suelos de terraplenes como arcilla y limo orgánicos descompuestos por la presencia de humedad, así como también se forman suelos que no son permeables otros tipos de suelos.

Se retiran las turbas o materiales inadecuados encontrados durante la obra, respetando los límites aproximados indicados en los planos de diseño. Para asegurar la remoción de todo ese suelo, la excavación apropiada deberá extenderse al menos 2 m lateralmente y 500 mm verticalmente en el material apropiado. (Briones, 2016)



Foto 2: Corte de material inadecuado en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

2.2.3. Relleno estructural

El material de relleno estructural deberá ser del lugar o importados que hayan sido previamente aprobados. Los rellenos estructurales consistirán en material de suelo y rocas que cumplan los requerimientos de granulometría descritos en estas especificaciones.

Todos los materiales de relleno estructural de suelo no deberán tener materia orgánica o deletérea, deberán ser inorgánicos y cumplir con los requerimientos de la tabla 1.

Tabla 1: Especificaciones técnicas del material para relleno estructural.

TAMAÑO DE MALLA		
SI	Norma EE.UU.	% que pasa
200 mm	8 pulg	100
150 mm	6 pulg	100 – 100
75 mm	3 pulg	80 – 100
38 mm	1.5 pulg	65 – 100
19 mm	$\frac{3}{4}$ pulg	55 – 90
4.75 mm	# 4	45 – 80
0.45 mm	# 40	30 -60
0.075 mm	# 200	20 – 40
Índice de plasticidad (ASTM D 4318)		

Esta especificación permite cortar las áreas superiores y rellenar las áreas inferiores del sitio para lograr los niveles y dimensiones especificados en los planos de diseño. Además, las áreas previamente perturbadas por otras actividades de construcción deben reconstruirse, lo que incluye, entre otros, la remoción y/o nivelación de pasarelas y plataformas temporales existentes dentro del área de construcción. La secuencia de construcción para lograr la llanura como se muestra en los planos del sistema de revestimiento. Todas las operaciones de limpieza, limpieza, eliminación de turbas y arcillas deben completarse antes del embotellado. Además, las superficies aprobadas para la colocación del relleno no se cubrieron a tiempo y resultaron dañadas por el clima u otras causas y tuvieron que volver a trabajarse y acondicionarse antes de que pudiera comenzar la colocación de los materiales de relleno.

Las capas de relleno estructural deben colocarse horizontalmente para cubrir toda el área (longitud y anchura) antes de aplicar las capas posteriores. Todos los rellenos de suelo se colocarán en una capa suelta que no exceda los 300 mm con un contenido de humedad de - 2 % a 4 % del óptimo y se compactará a una densidad relativa del 95 % de acuerdo con la norma ASTM D-6981. (Briones, 2016)

2.2.4. Sistema de subdrenaje

El propósito del sistema de drenaje subterráneo es recolectar y transportar el agua subterránea que se acumula debajo de la estructura propuesta. El sistema descarga agua a balsas de emisario secundario para tanques de lixiviación, tanques de tratamiento, tanques de evento principal y tanques de sedimentación.

Para un sistema de subdrenaje se compone por fierentes tipos de tuberías como son, tubería de HDPE (High Density Polyethylene, son sus siglas en ingles) y la tubería perforada de pared doble, se utiliza según indique el plano de construcción. Una vez excavado las zanjas para la tuberías se coloca las tuberías según indique el plano, si se encuentra presencia de agua o afloramiento se tiene que excavar para poner tuberías de menor diámetro o según indique el plano de construcción.

Una vez instalada las tubería para el subdrenaje, se tiene que rellenar con grava para su drenaje, el cual debe cumplir con determinación descrita en la tabla 2



Foto 3: Sistema de subdrenaje en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

2.2.5. Suelo de baja permeabilidad

La capa del suelo de baja permeabilidad es una capa impermeable de 0,30 m, cumple con la función de una barrera que evitará se contamine el suelo y el agua subterránea. En forma previa o durante la instalación y compactación, el material de la capa de suelo deberá ser acondicionado y rastrillado a fin remover todas las partículas mayores de 75 mm en su dimensión máxima. La capa de suelo deberá cumplir los requerimientos que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Especificaciones técnicas de la capa de suelo de baja permeabilidad

Tamaño de malla		
SI	Norma EE.UU	% que pasa
75 mm	3 pulg	100
38 mm	1.5 pulg	80 – 100
25 mm	1 pulg	75 – 100
13 mm	½ pulg	65 – 95
4.75 mm	# 4	50 – 80
0.45 mm	# 40	30 – 60
0.075 mm	# 200	20 – 45
Índice de plasticidad (ASTM D4318)		Mayor que 10
Permeabilidad (ASTM D5084)		< 5 x 10 ⁽⁻⁶⁾ cm/s

Las capas de suelo no deben colocarse ni compactarse a temperaturas inferiores a 0°C ni sobre suelo helado. Se debe realizar una prueba de compactación para asegurar que la superficie del subsuelo compactado esté lista para recibir las capas de suelo de baja permeabilidad.

El material se coloca en una capa que se compacta al 95% de la densidad seca máxima con un contenido de humedad de -2% a 4% del valor óptimo determinado por la norma ASTM D-6982. Si es necesario colocar una segunda capa, primero se debe lijar la superficie de la primera capa a una profundidad de 50 mm para garantizar una adhesión completa entre las capas. La aceptación final de las capas de suelo de baja permeabilidad se basará en la capacidad del material para proporcionar la permeabilidad de laboratorio especificada.

Después de cubrir la capa base de baja permeabilidad de acuerdo con las normas, el suelo debe nivelarse para que la superficie tenga una pendiente positiva y la capa de sellado debe pasar un rodillo suave. Finalmente, se realizarán levantamientos topográficos de la superficie de la capa de suelo de baja permeabilidad. El espesor de esta capa no será inferior a 300 mm (después de la compactación) y, si es necesario, se realizarán pozos de prueba en la capa creada para verificar el espesor requerido. (Briones, 2016)

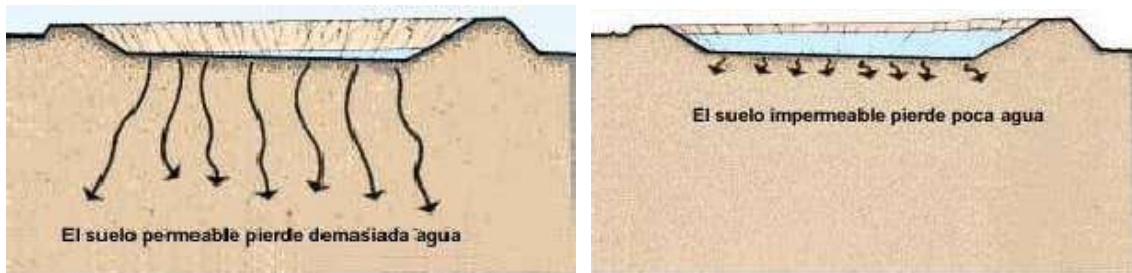


Figura 1: Permeabilidad del suelo

2.2.6. Impermeabilización de la base

El terreno es cubierto con una capa de materiales de baja permeabilidad (1×10^{-6} cm/seg) llamado Soil Liner (SL), la capa tiene 300 mm de espesor, se compacta para lograr esta permeabilidad, la granulometría es menor a $\frac{1}{2}$ pulg. Esta capa tiene la función de ser aislante, para evitar la percolación de la solución rica en caso de una posible rotura de la geomembrana. (Manrique, J. 2005)



Foto 4: Impermeabilización de la base en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

2.2.7. Colocación de geotextil.

Los geotextiles(GT) son parecidos a los textiles tradicionales, pero en este caso son fabricados con fibras sintéticas. Su instalación del geotextil se coloca una vez impermeabilizado la base. Tiene como función separar el soil liner o algunas granulometrías el cual también sirve de protección de la geomenbrana. (Repto, C., 2006)

Los geotextiles se clasifican en las siguientes funciones:

- Separación
- Refuerzo de tracción
- Filtrado
- Drenaje
- Contención(si son impregnados)



Foto 5: Colocación de Geotextil en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

2.2.8. Colocación de la geomembrana.

La geomembrana debe colocarse de acuerdo con el diseño de paneles proporcionado por el instalador. Todos los paneles de revestimiento deben orientarse de modo que las costuras se realicen en la dirección de la pendiente máxima. En pendientes de más de 10:1 (H:V), coloque los paneles perpendiculares al contorno. No se permiten juntas horizontales en taludes con una pendiente superior a 6:1 (H:V). Todas las juntas horizontales deben estar

separadas por al menos 1 panel sin juntas horizontales. Siempre que sea posible, en pendientes de más de 6:1 (H:V), todas las conexiones cruzadas deben ser escalones intermedios y todos los paneles deben extenderse en toda su longitud entre estos escalones.

Si es necesario, los fabricantes de geomembranas producirán rollos más grandes que recorrerán toda la longitud entre las pistas. Cuando no se puedan evitar las juntas transversales en pendientes pronunciadas sin senderos, cada panel se corta y suelda en diagonal en un ángulo de 45 grados y a 25 m del extremo del panel (cara del panel inferior/unión por fusión).

El revestimiento se colocará utilizando métodos y equipos que no dañen la geomembrana o el suelo de baja permeabilidad. Los instaladores que trabajen en el revestimiento no deben usar zapatos que puedan dañar la geomembrana ni realizar otras actividades que puedan causar daños.

Una vez que el material de revestimiento esté expuesto, debe inspeccionarse visualmente y anotar cualquier defecto para repararlo. Si se encuentran errores significativos, el material será retirado y reemplazado. En tiempo húmedo o ventoso, en presencia de agua estancada o sobre suelo helado, no se debe permitir que el revestimiento se doble. (Briones, 2016)

En forma previa o durante su instalación, el revestimiento de geomembrana deberá cumplir las especificaciones indicadas en la tabla 3.

Tabla 3: Propiedades para geomembrana LLDPE SST de 2,0 mm.

Propiedad	Designación del ensayo	Requerimiento	Frecuencia de ensayo (mínimo)
Espesor de Lámina	ASTM D-5994	Prom. (-5%) 1.9 mm Mínimo (-15%) 1,800 mm	Cada rollo
Altura aspereza	GRI GM 12	0.25 Mm	Cada rollo
Densidad	ASTIM D 792	0.940 g/cm ³	18,000 kg
Resistencia a la tracción en el punto de Fluencia (nota 1)	ASTM D-6693 Tipo IV	Min. 29 KN/m	9,000 kg
Resistencia a la tracción en el punto de rotura (nota 1)	ASTM D-6693 Tipo IV	Min. 21 N/mm	9,000 kg
Elongación en el punto de fluencia (nota 1)	ASTM D-6693 Tipo IV	Min. 12%	9, 000 kg
Elongación en el punto de rotura (nota 1)	ASTM D-6693 Tipo IV	100 %	9, 000 kg
Resistencia al desgarro	ASTM D-1004	Min. 249 N	18 000 kg
Resistencia al punzonamiento	ASTM D- 4833	Min. 534 N	18 000 kg
Contenido de carbón	ASTM D 4218	2,0 – 3,0 %	9 000 kg
Dispersión de carbón	ASTM D 5596	Categoría 1,0 – 2,0 (nota 3 y 4)	18 000 kg
Tiempo de inducción a la oxidación (OIT)	ASTM D 3895	100	18 000 kg
Envejecimiento en Homo a 85 °C (nota 5 y 6) OIT estándar (min. Prom.) % retenido	ASTM D- 5721 ASTM D- 3895	55%	Para cada formulación.



Foto 6: Colocación de geomembrana en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

2.2.9. Sistema de colección de la solución.

El sistema de recolección de solución consistirá en una red de alcantarillas conectadas al sistema de tubería principal, que a su vez recolecta los lixiviados. La solución recolectada se alimenta a través de la tubería principal, que se conecta de forma independiente al sistema de recolección, a través de válvulas tipo lazo, se introduce en los tanques de recolección de solución (PLS e ILS). (Briones, 2016)

2.2.10. Sobrerevestimiento

Los materiales de sobrerevestimiento u “overliner” tendrán por finalidad proteger el sistema de revestimiento y de los posibles daños ocasionados por el sistema de transporte y esparcido del mineral en el pad de lixiviación. Asimismo, el sobrerevestimiento tiene la finalidad de facilitar la colección de la solución ya que actuará también como capa de drenaje. Los materiales de sobrerevestimiento podrán consistir de mineral seleccionado o podrán provenir de una fuente de préstamo aprobada por el Ingeniero de CQA. Asimismo, deberán tener alta permeabilidad, de modo de facilitar la colección de la solución y serán colocados alrededor del sistema de colección para la protección de las tuberías y del revestimiento de geomembrana. (Briones, 2016)



Foto 7: Sobrerevestimiento en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

2.2.11. Costo

El costo es el valor de adquisición o producción de un objeto o un servicio. Esta expresión genérica se hace específica cuando se utiliza con los términos necesario para individualizar un costo diario. (Delgado, 2010)

a) Clasificación de costos

o *Costo directo*

Son aquellos que inciden directamente en el costo de la obra y están compuesto por la suma de gastos de materiales, mano de obra y equipo y/o herramientas necesarias para la realización de las partidas de un presupuesto de obra. (Cárdenas, S, 2017)

✓ Costo directo de obra

Materiales Directo a pie de obra. Son los que intervienen directamente en la ejecución de la partida de una obra considerada. (Cáceres, C., 2014)

✓ Mano de obra neta

Es la que interviene en forma inmediata en la ejecución de la partida, considerando sólo el importe de las horas trabajadas. Es necesario considerar en el costo unitario los beneficios sociales. (Cáceres, C., 2014)

✓ Auxiliares de obra

Son las cantidades de alquiler de equipos, herramientas, encofrados, etc. (Cáceres, C., 2014)

○ *Costo de obra indirecto*

Conocidos como costos fijos, con gastos que se consideran independientes a la producción. Este tipo de costos puede variar en función al nivel de producción proyectado, pero no directamente en la producción obtenida. Estos incluirán: jefatura, oficinas, instalaciones, talleres, dotación de EPPs, comunicación, alquileres, etc. (Cárdenas, S, 2017)

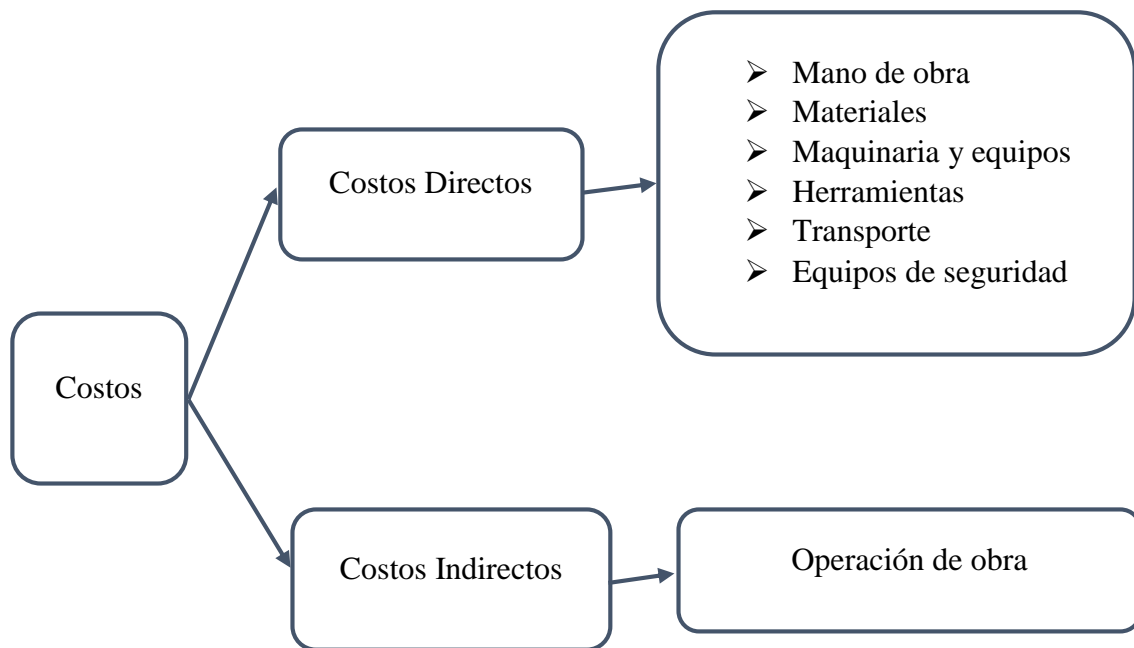


Figura 2: Diagrama de composición de costos para la construcción. (Callejas, F., 2018)

2.3. Definición de términos básicos.

Costo

Es la medida, en términos monetarios, de la cantidad de recursos utilizados para ejecutar un proyecto. (Cárdenas, 2017)

Costo Directo

Conocidos como costos variables, son los costos primarios en una operación minera en los procesos productivos, definiéndose esto en los costos de mano de obra, materiales, insumos y equipos. (Cárdenas, 2017)

Costo indirecto

Conocido como costos fijos, con gastos que se consideran independientes a la producción. Este tipo de costos puede variar en función al nivel de producción proyectado, pero no directamente en la producción obtenida. Estos incluirán: jefatura, oficinas, instalaciones, talleres, dotación de EPPs, comunicación, alquileres, etc. (Cárdenas, 2017)

GLC

Forros de arcilla geosintética (GCL) son una yuxtaposición de materiales poliméricos y de suelo natural. Son rollos fabricados en capas finas de arcilla de bentonita de sodio intercaladas entre dos geotextiles o unidos a una geomembrana. La integridad estructural del material compuesto se obtiene por punzonado con agujas, costura, o unión física. Este proceso resulta en una unión mecánica fuerte entre telas. Las propiedades incluyen una mayor resistencia al corte interno y resistencia a la fluencia a largo plazo. (Medina, J, 2018).



Foto 8: GCL de bentonita que se utilizó en la ampliación del PAD II de lixiviación Cuajone

Lixiviación

Es el proceso metalúrgico que permite extraer un sólido de otro sólido en un medio líquido. Solución que se obtienen al disolver los metales. (Saravia, 2021)

PAD

Un PAD de lixiviación es una estructura que está compuesta por una extensa área de terreno, recubierta de geomembrana y un sistema de colección de solución sobre esta. Este sistema está compuesto por una capa de protección, una red de tuberías perforadas y una capa de material de drenaje. (Cárdenas, 2017)

Soil Liner

Suelo de baja permeabilidad. (Saravia, 2021)

2.4. Ubicación de la investigación

2.4.1. Ubicación geográfica

El proyecto de ampliación del área II del PAD de lixiviación Cuajone, está bajo a jurisdicción de la Minera Cuajone.

El yacimiento tipo pórfido cuprífero se encuentra ubicado en el sur del Perú, departamento de Moquegua, Provincia de Mariscal Nieto, Distrito de Torata, a 42 Km al NE de la ciudad de Moquegua. Es una mina a cielo abierto. El depósito está ubicado en el borde occidental de la Cordillera Occidental en los Andes del sur y es parte de un área minera que incluye otros depósitos. Se encuentra a una altitud de unos 3500 m.s.n.m. Y es una de las mayores mineras de cobre del país.

Cuajone se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 4: Coordenadas geográficas del PAD de lixiviación Cuajone

Latitud	17°02'S.
Longitud	70°42'W.

Fuente: elaboración propia

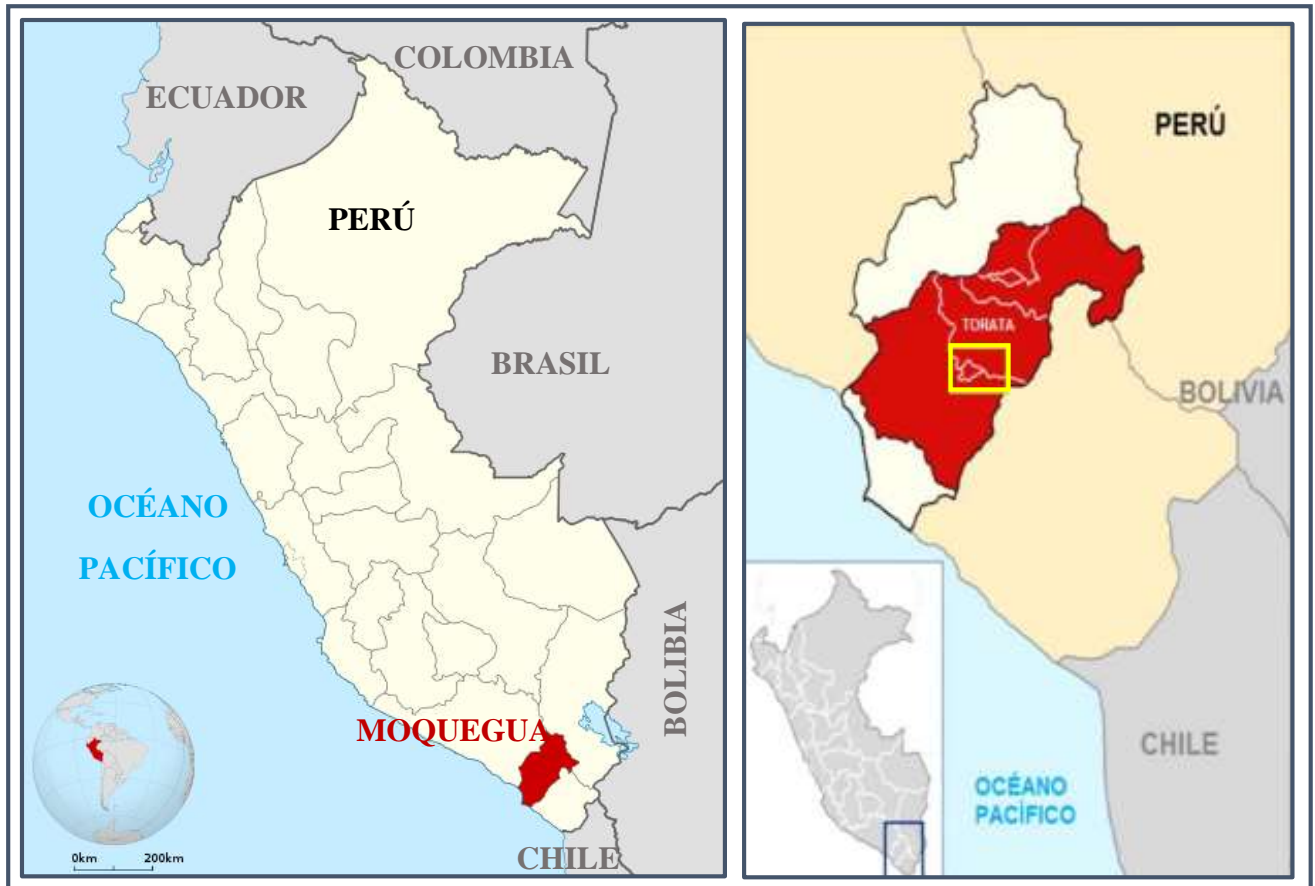


Figura 3: Ubicación política de la mina Cuajone

Asimismo, el PAD de lixiviación Cuajone tiene las siguientes coordenadas UTM.

Tabla 5: Coordenadas UTM del PAD de lixiviación Cuajone

Este	Norte	Altitud
313612.588	8112954.01	3548.998
313374.005	8112809.49	3515.848
313375.426	8112810.50	3515.905
313376.287	8112811.06	3515.895

Fuente: Elaboración propia

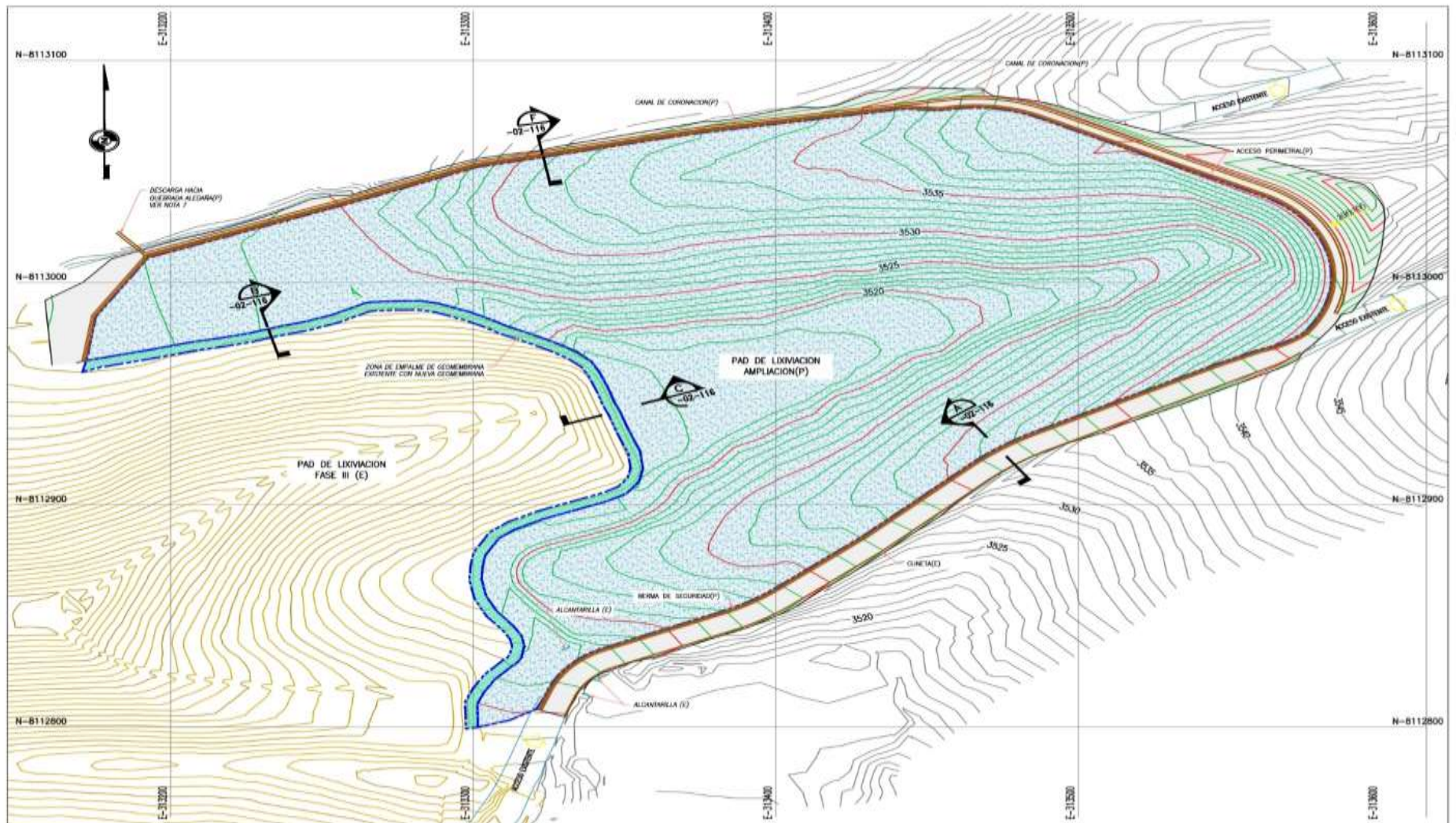


Figura 4: Ubicación del PAD de lixiviación de la Mina Cuajone georreferenciado en el sistema WGS84

2.4.2. Accesibilidad

Se accede desde Lima o también desde el departamento de Tacna, por la Panamericana Sur, en las cuales las distancias son las siguientes:

- b) Lima – Moquegua = 1140 km.
- c) Moquegua – Cuajone = 42 km
- d) Tacna – Moquegua = 152 km.

2.5. Clima y Vegetación

Las condiciones climáticas varían con la altitud, desde modernamente templadas hasta un frío intenso.

En la ciudad de Moquegua el clima generalmente es cálido durante todo el año, los veranos son largos, áridos, nublados, y los inviernos son más cortos, frescos, secos y mayormente despejados. Durante el transcurso del año las temperaturas oscilan entre 10° a 24° en la parte altas, medias y bajas temperaturas se da por las mañanas la o tardes las temperaturas más bajas en casos que llega a menos de 10°.

La vegetación es escasa, las plantas más representativas en la zona son, cactus, matorral desértico, monte riveroño, bosque de queñua, pajonales y otras hierbas silvestres (Fuente Informe Anula 2013SPCC)

2.6. Geología

2.6.1. Geología regional

Según Concha y Bernabé (1999), El yacimiento de cobre porfirítico de Cuajone se encuentra localizado al sur del Perú en la Cordillera Occidental de los Andes en el flanco Andino y la cadena de conos volcánicos del Departamento de Moquegua entre 3 150 hasta 3 500 m.s.n.m. interceptado por las quebradas Chutacala, un tributario seco del río Torata, a 30km ala Noreste y 25km al Noroeste de la mina Toquepala.

En la zona de estudio, los afloramientos de las rocas a nivel regional son:

- Formación Chocolate: los afloramientos de la Formación Chocolate presentan como alteraciones de estrados masivos de calizas marrones y derrames de brechas.

- Grupo Toquepala: se presenta generalmente rocas volcánicas, en la base tiene una secuencia de derrames de brechas de andesita y una secuencia intercalada de conglomerados, areniscas gruesas pertenecientes a la formación Inogoya.
- Formación Moquegua: se depositó en la depresión tectónica que se encuentra formada entre los cerros de la Cadena Costera y el pie del Frente Andino.

Moquegua Inferior Se encuentran compuesta principalmente por arcillas, areniscas arcillosas y areniscas arcósicas. Toda esta secuencia presenta capas y venillas de yeso. Moquegua Superior presentan una secuencia arena conglomerada, con una secuencia de tufos redepositados, areniscas y arcillas. Moquegua interior con discordancia débil.

- Formación Capillune: presenta una secuencia de conglomerados, areniscas y arcillas.
- Formación Barroso: están constituidos por una serie de rocas y derrames volcánicos compuestos por andesitas, traquitas y traquiandesitas intercaladas con brechas de flujo.

2.6.2. Geología local

La unidad minera Cuajone su se encuentra en el Flanco Andino que está conformado por rocas volcánicas y macizos intrusivos, que se han depositado a través de los tiempos desde fines del Cretáceo hasta la actualidad

Se muestra una topografía abrupta con fuertes pendientes, cuyas cumbres tienen una altura aproximadamente de 4 000 m.s.n.m. En las partes altas presentan una topografía moderadamente ondulada, con algunos sectores planos, mayormente cubiertos por rocas volcánicas.

En el área no se tiene afloramiento de rocas mayormente antigua, su cuerpo mineralizado ha sido parcialmente erosionado en la parte de Noreste por el río Torata, y débilmente erosionado un parte central del Este a Oeste, en la quebrada Chuntacala que se juntan sus aguas en tiempos de lluvias al río Torata.(Flores, 2014)

2.6.3. Geología estructural de la mina Cuajone

De acuerdo con Concha y Bernabé (1999), en resumen, en el transcurso del del desarrollo del proyecto Cuajone, se han ido descubriendo una serie de estructuras principales y secundarias como han sido mapeadas, las cuales se puede interpretar su comportamiento estructural del yacimiento en la figura 4

El sistema de fallas como la falla Botiflaca y la prolongación de la falla Viña Blanca hacia el NW debajo de los volcánicos postminerales, se encuentran conformados un “corredor” con dirección hacia el NW en donde se encuentra emplazado el cuerpo mineralizado de Cuajone

Los contactos entre rocas intrusivas y preminerales se presentan en algunos caos por fallamiento y en otros son gradacionales. Y también se encuentra los contactos entre las rocas preminerales e intrusivas versus las rocas postminerales son por discordancia erosional y sobre ellas discurre agua superficial. Todos estos contactos presentan estructuras que deben ser consideradas principalmente en estudios de estabilidad de taludes.

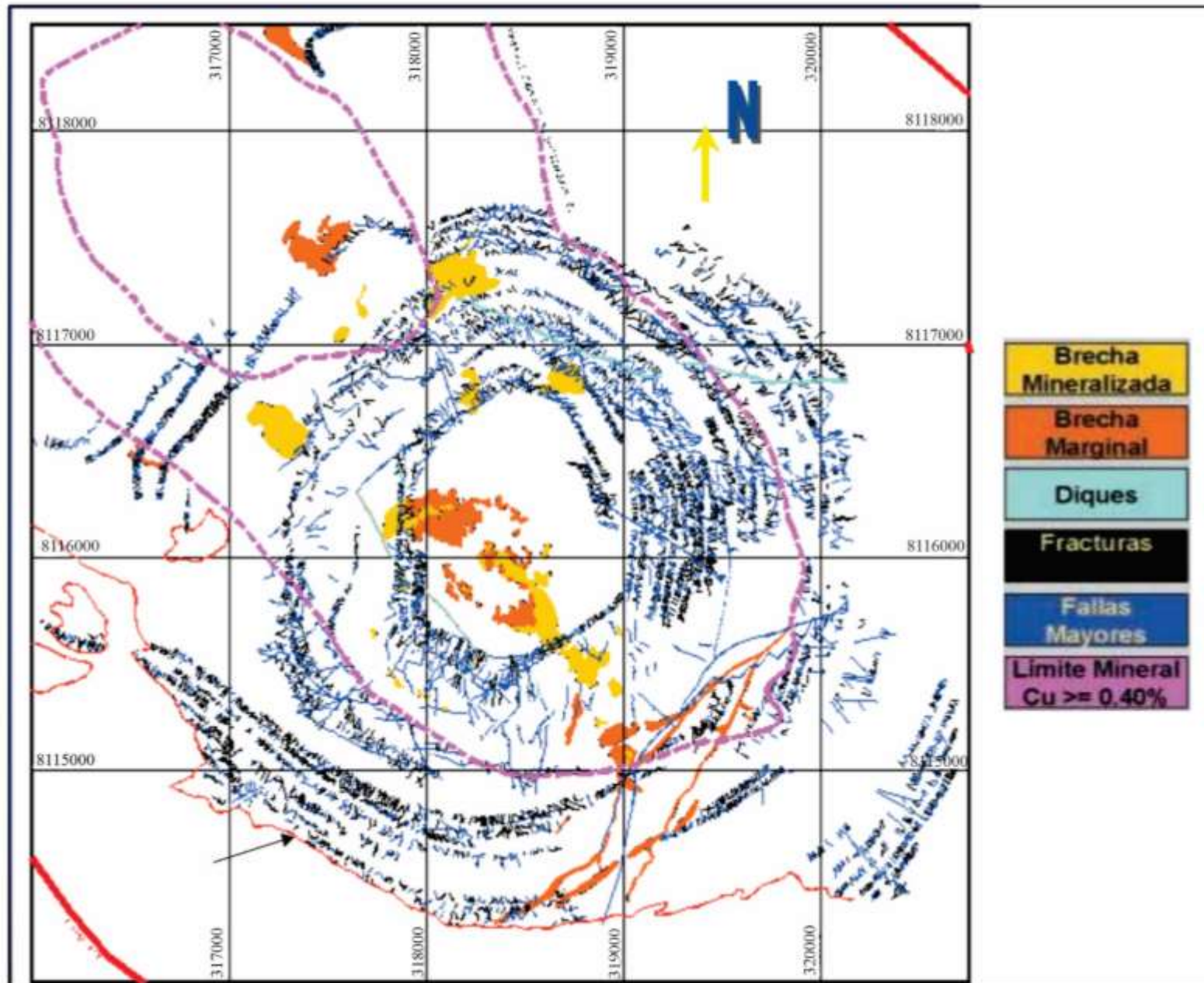


Figura 5: Geología estructural de la mina Cuajone(Concha y Bernabé, 1999)

2.7. Costos de capital

2.7.1. Estimado de metrados

Se determinó los metrados de movimiento de tierras, materiales geosintéticos, entre otros, con la finalidad de proporcionar al propietario las cantidades de materiales que serán requeridas para la construcción del pad, pozas de operación, caminos y canales, y los costos de capital asociados a estas estructuras. Para el cálculo de metrados de material y volúmenes de movimiento de tierras, se tomó como base el presente informe y los planos de ingeniería elaborados para este estudio.

Los volúmenes de excavación de materiales inadecuados fueron estimados con base en la investigación geotécnica y la información recibida por la empresa. Es necesario indicar que los metrados estimados son referenciales y podrían variar debido a las condiciones reales del terreno encontrado durante la construcción.

En consecuencia, a lo señalado anteriormente, los metrados de los volúmenes de las partidas de movimiento de tierras fueron afectados por un factor de crecimiento de 10%, que considera incertidumbres en la topografía, en la determinación de los niveles de cimentación, en la estimación de los taludes de corte, y en el diseño definitivo de las estructuras. Adicionalmente, para los metrados de los materiales geosintéticos se consideró un factor de crecimiento de 15% que incluye adicionalmente el desperdicio de materiales.

Tabla 6: Partida de metrados considerados en el presupuesto (a)

Partidas del Presupuesto	Alcance
Movilización y desmovilización de equipos y maquinaria	Incluye el íntegro de los costos de viajes terrestres (ida y vuelta) en cama baja, movilización de equipos autotransportados (ida y vuelta) y el viaje terrestre (ida y vuelta) de perforadora en cama baja.
Instalación, mantenimiento y retiro de facilidades de obra	Todos los costos asociados a la instalación, implementación, mantenimiento y retiro de facilidades de obra, sumado a los costos de alquiler/compra de la infraestructura correspondiente.
<ul style="list-style-type: none"> - Desbroce y excavación en terreno existente (solo corte y carguío) - Excavación temporal de mineral lixiviable apilado - Corte de dique de material compactado - Corte de material para mejoramiento de suelo 	Comprende el desbroce y corte con tractor, carguío con excavadora/retroexcavadora en las áreas de corte del PAD, incluyendo el corte de material lixiviado.
<ul style="list-style-type: none"> - Desbroce y excavación en terreno existente (solo transporte y elimin.) - Eliminación de material excedente (D=2.5km) - Acarreo y apilado de material extraído 	Incluye las actividades de transporte y conformación en botadero del material obtenido de las áreas de corte, incluyendo el apilado del material lixiviado cortado.
Relleno con material de préstamo seleccionado	Involucra la preparación de material en cantera, el acopio de material procesado, el transporte, la colocación y la conformación del material en las áreas de relleno.
Perfilado y compactado	Incluye actividades de perfilado y compactado de toda el área del PAD, hasta la superficie de nivelación del PAD (niveles de corte y relleno).
Relleno de material de baja permeabilidad Soil Liner (e mín =0.30m) - solo preparación	Involucra la preparación de soil liner en cantera, transporte al punto de acopio y el acopio de material procesado. Asimismo, incluye la protección del material con mantas.
Relleno de material de baja permeabilidad Soil Liner (e mín =0.30m) - no incluye preparación	Incluye el carguío desde el punto de acopio al punto de colocación, el transporte, la colocación, la conformación y la compactación del soil liner en las áreas correspondientes del PAD.

Tabla 7: Partida de metrados considerados en el presupuesto (b)

Partidas del Presupuesto	Alcance
<ul style="list-style-type: none"> - Demolición de Concreto en alcantarilla existente - Concreto ciclópeo $f'c=175\text{kg/cm}^2$ + P.M. 30% - Excavación de trinchera de anclaje para cobertura impermeable - Relleno y compactación de trinchera de anclaje para cobertura impermeable 	<p>Involucra actividades de demolición con equipo de concreto en alcantarilla existente (incluye eliminación de material), preparación y colocación de concreto ciclópeo, excavación, relleno y compactación de trinchera de anclaje para cobertura impermeable.</p>
<p>Suministro e instalación de geomembrana LLDPE (e=2.0 mm)</p>	<p>Considera los recursos necesarios para la instalación de geomembrana, incluyendo mano de obra, equipos mayores y menores y herramientas manuales. Asimismo, incluye materiales consumibles, soldadura HDPE y una incidencia del 35% (según presupuesto) del área efectiva de geomembrana (para traslapes, anclajes y desperdicios).</p>
<p>Suministro e instalación de geotextil no tejido de 270 gr/cm² (e=2.0 mm)</p>	<p>Considera los recursos necesarios para la instalación de geotextil, incluyendo mano de obra, equipos mayores y menores y herramientas manuales. Asimismo, incluye una incidencia del 35% (según presupuesto) del área efectiva de geotextil (para traslapes, anclajes y desperdicios).</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Excavación en material no compactado - Relleno con material para cama de arena (e=0.10m) - Nivelación y compactación de relleno de cama de arena - Suministro e instalación de tubería HDPE ($\varnothing=150$ mm) de doble pared c/perforaciones - Abrazadera de unión entre tuberías perforadas ($\varnothing=150$ mm) - Tapa p/tubería HDPE ($\varnothing=150$ mm) - Relleno con material de grava p/drenaje Tipo I (e. mín = 0.50m) - Perfilado y nivelación - Suministro e instalación de geotextil no tejido de 270gr/cm² (e =2.0mm) 	<p>Incluye las actividades de movimiento de tierras (excavación, perfilado, nivelación, colocación y nivelación de cama de arena y relleno con grava) para el sistema de subdrenaje, así como el suministro e instalación de accesorios para el sistema de subdrenaje (no incluye tuberías), la instalación de tuberías y una incidencia del 35% (según presupuesto) del área efectiva de geotextil (para traslapes y desperdicios).</p>

Tabla 8: Partida de metrados considerados en el presupuesto (c)

Partidas del Presupuesto	Alcance
<ul style="list-style-type: none"> - Suministro e instalación de tubería HDPE (Ø=200 mm) de doble pared c/perforaciones. - Suministro e instalación de tubería HDPE (Ø=300 mm) de doble pared c/perforaciones. - Abrazaderas p/unión entre tuberías HDPE perforadas (Ø=300 mm) - Abrazaderas p/unión entre tuberías HDPE perforadas (Ø=200 mm) - Yee p/unión entre tuberías HDPE perforadas (Ø300x300x200mm) - Yee p/unión entre tuberías HDPE perforadas (Ø200x200x200mm) - Yee p/unión entre tuberías HDPE perforadas (Ø300x300x200mm) - Codo HDPE (Ø200x200mm) - Tapa p/tubería HDPE (Ø=300mm) - Tapa p/tubería HDPE (Ø=200mm) - Suministro e instalación de casing de tubería HDPE(Ø=400mm) lisa de doble pared - Abrazaderas p/unión entre tuberías lisas HDPE (Ø=400mm) - Tapa p/tubería HDPE (Ø=400mm) 	<p>Incluye el suministro e instalación de accesorios para el sistema de colección (no incluye tuberías) y la instalación de tuberías.</p>
<p>Relleno de material granular permeable p/drenaje Tipo II (e. mín. =0.80m) - solo preparación</p>	<p>Involucra la preparación de over liner en cantera, transporte al punto de acopio y el acopio de material procesado.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Relleno de material granular permeable p/drenaje Tipo II (e. mín. =0.80m) - solo preparación - Perfilado y nivelación de relleno granular p/drenaje Tipo II 	<p>Incluye el carguío desde el punto de acopio al punto de colocación, el transporte, la colocación y la conformación del over liner. Asimismo, incluye la actividad de perfilado y nivelación del over liner.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Excavación en material compactado - Nivelación y compactado. - Colocación de emboquillado de piedra de concreto simple f'c=140kg/cm² + P.M. 4"-6" 	<p>Considera la excavación del material compactado con excavadora y el transporte del material (eliminación), también incluye la nivelación y compactado correspondientes a la construcción del canal de coronación. Asimismo, considera el transporte de material y concreto simple para la colocación de emboquillado de piedra de concreto simple.</p>

Tabla 9: Partida de metrados considerados en el presupuesto (d).

Partidas del Presupuesto	Alcance
<ul style="list-style-type: none"> - Excavación en material no compactado - Relleno con material extraído - Nivelación y compactado - Conformación de berma de seguridad - Perfilado y nivelación de berma de seguridad - Suministro e instalación de geotextil no tejido de 270gr/cm² (e=2.0mm) 	<p>Incluye actividades de excavación, transporte y eliminación de material, así como el transporte de material para el relleno correspondiente, la nivelación y compactado para el acceso perimetral. Respecto a las actividades de conformación de berma de seguridad, incluye el transporte de material, perfilado y nivelación, así como la instalación de geotextil no tejido.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Perforación en terreno existente (Ø=150mm) L=25m - Relleno con material de gravilla de cuarzo (Ø=1/8 pulg.). Relleno con material de Bentonita granular Pellets de 4 a 5 mm - Inyección de Concreto Grouting - Suministro e instalación de tubería (Ø=50mm) p/piezómetro de 3 ranuras - Suministro e instalación de tubería lisa PVC (Ø=50mm) p/piezómetro - Tapa de PVC (Ø=50mm) p/fondo cónico. Unión de PVC roscada (Ø=50mm). Tapa PVC (Ø=50mm) circular p/cierre de presión. - Perfilado y nivelación p/dado de concreto. Encofrado y desencofrado p/dado de concreto. Colocación de concreto simple f'c=180kg/cm². 	<p>Considera la subcontrata para perforaciones en el terreno existente. También se tiene actividades de transporte de materiales para rellenos con cuarzo, bentonita y para la inyección de concreto grouting. Asimismo, se considera el suministro e instalación de tuberías piezométricas ranuradas PVC, tuberías lisas, tapas PVC fondo conico, unión roscada y tapa circular cierre de presión.</p> <p>Finalmente, incluye el perfilado, la nivelación, el encofrado y desencofrado, la colocación de concreto para el dado concreto e incorporación del casing de acero con tapa de protección.</p>
Partida bolsa	Partida bolsa en la que se cargará el combustible de todos los equipos de costo directo, posteriormente este costo debe ser reclasificado en función a las HM
Partida bolsa	Partida bolsa en la que se cargará el costo total de la mano de obra directa, posteriormente este costo debe ser reclasificado en función a las HH
Programa de Seguridad Limpieza antes, durante y después de la obra Seguridad Industrial	Incluye personal (vigias, paramédico, técnico de primeros auxilios y enfermera), mantenimiento de accesos e instalaciones Los recursos para la limpieza antes, durante y después de la ejecución del proyecto, (mano de obra, equipos, herramientas).
Ingeniería de terreno Elaboración de planos As Built en formato CAD	Incluye personal (topógrafo, dibujante cadista e ingeniero, cadista), materiales para oficinas, plotter impresión de formatos.

2.8. Costos unitarios

Se realizó un análisis de los costos unitarios para cada partida, donde se dividieron los insumos por rubros de: mano de obra, equipos de construcción, materiales y subcontratos. Sin embargo, las cantidades unitarias para los rubros de mano de obra y equipos de construcción dependen netamente del rendimiento a utilizarse en la partida, los cuales fueron determinados por el estudio de trabajo de la partida u obtenidos de la base de datos propia.

En las partidas de eliminación de material, se incluyeron las distancias reales entre los componentes del proyecto hacia el depósito, además de las distancias aproximadas desde los componentes del proyecto hacia las canteras.

Otros ítems importantes corresponden a los costos de los geosintéticos, para los cuales se obtuvieron cotizaciones de los materiales requeridos incluyendo sus costos de instalación.

Los costos unitarios de las partidas de movimiento de tierras, geosintéticos y mano de obra fueron estimados a partir de la información proporcionada por la empresa, específicamente los obtenidos del proceso constructivo de la Fase 2 del pad ejecutado en el 2021, y actualizados al presente año. Con respecto a los costos de flete de los materiales, se consideraron materiales traídos desde la ciudad más cercana.

Debido a la considerable cantidad de materiales geosintéticos, tuberías de HDPE, accesorios de HDPE y estructuras de concreto, fue importante la cotización de los distintos materiales del proyecto por intermedio de proveedores locales.

2.8.1 Lista de recursos

Con base en las cotizaciones realizadas y considerando los metrados obtenidos para las distintas partidas, se desarrolló una lista de materiales por componente del proyecto que puede ser usada por el área de procura del propietario para su compra.

Tabla 10: Listado recursos en el presupuesto

CÓDIGO	RECURSO
Mano de Obra	
0101010002	CAPATAZ
0101010005	PEON
0101010060	OFICIAL DE GEOSINTÉTICOS
0101010062	TÉCNICO DE GEOSINTÉTICOS (Instalador)
Materiales	
0206020004	SOGA DE NYLON
02060400080005	MANTAS IMPERMEABLES
0220090066	SACOS DE POLIPROPILENO
0226020036	CONSUMIBLES
Equipos	
020402010121	EXCAVADORA SOBRE ORUGA 320 O SIMILAR
020402020111	CAMIÓN GRUA DE 18 TN O SIMILAR
0303010010	BARRA DE DESPLIEGUE
03080100010001	HERRAMIENTAS MANUALES

2.8.2 Estimado de costos

De acuerdo con la información obtenida y generada en los párrafos anteriores, se pudo determinar los costos de cada componente. Para poder realizar esta estimación fue necesario considerar un costo por concepto de contingencia debido a los costos no previstos en este nivel de ingeniería y se incluirán en un estudio superior. Además, de acuerdo con esta estimación de costos y el nivel de estudio de factibilidad desarrollado, la precisión considerada fue de $\pm 15\%$.

CAPÍTULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Tipo, nivel diseño y método de la investigación

3.1.1.1. Tipo de investigación

Científica cuantitativa porque los datos son medidas representadas por números (cantidades) para ser analizados por métodos estadísticos e interpretados en forma de hipótesis y teorías.

3.1.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo, correlacional y explicativo.

3.1.1.3. Diseño de investigación

Este proyecto tiene como diseño de investigación no experimental transversal, debido a que se analiza el objeto sin manipular sus variables, a su vez, el tiempo no es un factor determinante.

3.1.1.4. Método de la investigación

En la presente investigación se usó el método deductivo- inductivo.

3.1.2. Población de estudio

Materiales de baja permeabilidad usados en la construcción del PAD de lixiviación II en la unidad minera Cuajone.

3.1.3. Muestra

GCL y Soil Liner usados por COANSA en el PAD de lixiviación II

3.1.4. Unidad de análisis

Costos unitarios (costo directo e indirecto)

3.1.5. Definición de variables

3.1.5.1. Variable dependiente

- ✓ Comparación de costos: Determinar en qué porcentaje se encuentra el costo de un producto con respecto al costo de otro producto.

3.1.5.2. Variable independiente

- ✓ Costos del GCL y Soil Liner: Sumatoria de todos los costos involucrados en la colocación de GCL y Soil Liner en el PAD de lixiviación.

Tabla 11: Operalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	PARÁMETRO
Variable dependiente				
Comparación de costos*	Relación de costos	Determinar en qué porcentaje se encuentra el costo de un producto con respecto al costo de otro producto.	$\frac{C_{GCL}}{C_{SL}} (100\%)$ C GCL= Costo del GCL C SL= Costo del Soil Liner	%
Variable independiente				
Costo del GCL y Soil Liner**	Costos del GCL	Sumatoria de todos los costos involucrados en la colocación de GCL en el PAD de lixiviación.	CD + CI CD = Costos Directos CI = Costos Indirectos	\$
	Costos del Soil Liner	Sumatoria de todos los costos involucrados en la colocación de Soil Liner en el PAD de lixiviación	CD + CI CD = Costos Directos CI = Costos Indirectos	\$
*Establecer una medición de costos y relacionarlos entre ellos, determinando cuál de los costos es el mayor y/o menor. **Cantidad de dinero que es necesario para colocar el GCL y/o Soil Liner en su lugar de destino, son los costos unitarios.				

3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.2.1. Técnicas

- a) Observación directa: Se utiliza para recopilar información sobre costos del GCL y Soil Liner. Cabe mencionar que estos datos serán almacenados en forma paralela por el tesista quien obtendrá los costos directos e indirectos de cada material (GCL y Soil Liner) para indicar el análisis y la diferencia de costos que existen entre ambos, logrando así que la empresa pueda optimizar los costos.
- b) Análisis documental: Se hará una revisión documental referidas al GCL y Soil Liner en diferentes fuentes (libros, informes, artículos, tesis).

3.2.2. Instrumentos, materiales y equipos:

- Laptop: para el procesamiento y análisis de datos usando los softwars Autocad, Civil 3D, S10, Microsoft Word y Excel.
- EPP básico: sirve de protección de algunas enfermedades o le lesiones que pueden causar algún daño los peligros físicos o peligros químicos.
- Cronómetro, Horómetro: para controlar la instalación de una capa de soil liner o una instalación de una plancha de GCL.
- GPS diferencial: para hacer levantamientos topográficos.
- Estación total: para mediciones en altura o levantamientos topográficos donde no se pudo realizar con GPS diferencial.
- Nivel de ingeniero: lectura a partir de un punto inicial, generalmente describe un plano horizontal
- Libreta de Campo: anotar los datos tomado en campo
- Wincha topográfica: mediciones a grandes distancias
- Flexómetro: mediciones a cortas distancias
- Cámara fotográfica digital: registrar evidencias tomadas en campo
- Fichas de recolección de datos

3.3. Procedimientos:

Para desarrollar esta investigación se ha involucrado tres fases (dos en gabinete y una en campo).

3.3.1. Etapa preliminar en gabinete.

En esta etapa se ha procedido a la revisión de toda la información recopilada con anterioridad sobre el PAD de Lixiviación II ejecutado en la Minera Cuajone, en el cual se puede encontrar los costos de cada material permeabilizante utilizado.

3.3.2. Etapa de Campo

En esta etapa se realizó un relevamiento topográfico general de la zona de estudio, el cual tuvo una duración de tres días. Durante una visita posterior al sitio, se recopilaron datos, incluido el registro del tiempo dedicado a la instalación de los materiales (GCL y Soil Liner), la identificación de los costos directos e indirectos incurridos en la instalación de cada uno, y las condiciones en las que normalmente se utiliza cada uno, un análisis comparativo exhaustivo para encontrar factores de costo-beneficio favorables para Minera Cuajone con criterios y resultados apropiados para utilizar el material adecuado para realizar PAD de lixiviación.

3.3.3. Etapa Final de Gabinete

En la fase final, se continuó con la selección y organización de la información recopilada sobre el control de tiempo de la instalación del material (GCL y revestimiento de tierras). En esta etapa también se realizó el análisis estadístico descriptivo de los datos y los resultados obtenidos fueron cuantificados y tabulados en forma de gráficos de barras y pastel, lo que permitió una mejor comprensión de la información obtenida.

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Costo de GCL

4.1.1. Costo directo del GCL

El Costo directo del GCL es el punto medular de su presupuesto, ya que en la mayoría de los casos representa, aproximadamente, 70 % del precio de venta del proyecto y es en el mismo donde la capacidad de análisis determina el nivel de competitividad del presupuesto. Los costos directos son los que se pueden cuantificar para cada una de las actividades, tal como mano de obra, materiales y equipos.

En el estudio de este proyecto, el costo directo considero las actividades vinculadas directamente a la ejecución de la obra. En esa línea, se realizó el análisis de precios unitarios de cada una de las actividades del proyecto. En la tabla 12 se presentan los análisis de precios unitarios de las actividades más representativas del proyecto y aquellas que pertenecen a la ruta crítica del proyecto.

4.1.2. Costo Indirecto del GCL

Equivale al 32.00% del costo directo y alcanza al monto de 1,193,885 USD (dólares americanos).

Este monto corresponde a los gastos indirectos necesarios para la ejecución de la obra tal como profesionales, alojamiento, alimentación, transporte, costos financieros y riesgos entre otros que son necesarios para la ejecución del proyecto. Los costos indirectos del GCL para el proyecto se muestran en la tabla 13.

Tabla 12: Tabla de costo directo del GCL

Código Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
02	Costo Directo					3,730,157
0201	Logística					155,340
PR	Preliminares	0201001	Movilización y desmovilización	Glb.	1	155,340
0202	Operaciones					3,356,017
PR	Preliminares	0202001	Infraestructura	Glb.	1	44,943
MT	Movimiento de Tierras	0202002	Corte y carguío de material	M3	59,750	142,100
MT	Movimiento de Tierras	0202003	Transporte y eliminación/apilado de material	M3	94,660	301,258
MT	Movimiento de Tierras	0202005	Relleno	M3	16,675	161,414
MT	Movimiento de Tierras	0202006	Perfilado	M2	54,113	85,499
MT	Movimiento de Tierras	0202007	Preparación de geosintético	M3	22,500	228,639
MT	Movimiento de Tierras	0202008	Colocación de geosintético	M3	22,500	251,487
IM	Impermeabilización del PAD	0202009	Misceláneos - Impermeabilización	Glb.	1	254,639
IM	Impermeabilización del PAD	0202010	Instalación de geomembrana	M2	75,692	320,598
IM	Impermeabilización del PAD	0202011	Instalación de geotextil	M2	78,852	153,698
SS	Sistema de Subdrenaje	0202012	Instalación del sistema de subdrenaje	M	600	30,747
SC	Sistema de Colección	0202013	Instalación del sistema de colección	M	2,020	32,238
SC	Sistema de Colección	0202014	Preparación de over liner	M3	43,290	758,962
SC	Sistema de Colección	0202015	Colocación de over liner	M3	43,290	413,372
SC	Sistema de Colección	0202022	Mineral lixiviable			
CC	Canal de Coronación	0202016	Construcción del canal de coronación	M3	210	46,197
AP	Acceso Perimetral	0202017	Construcción del acceso perimetral	M2	3,000	60,038
IG	Instrumentación Geotécnica	0202018	Instrumentación Geotécnica	Glb.	1	70,189
CD	Combustible - CD	0202019	Combustible - Costo Directo	Glb.	1	685,265
MO	Mano de Obra Directa	0202020	Mano de Obra Directa	Glb.	1	569,863
0203	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					177,986
PR	Preliminares	0203001	Seguridad y Limpieza	Glb.	1	177,986
0204	Planeamiento y Control					40,814
PR	Preliminares	0204001	Ingeniería de Terreno	Glb.	1	40,814

Tabla 13: Tabla de costo indirecto del GCL

Código - Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
01	Gastos Generales					1,193,885
0101	Recursos Humanos					489,758
SU	Supervisión	0101001	Personal de Supervisión	Glb.	1	292,178
TA	Técnico - Administrativo	0101002	Personal Técnico, Administrativo y Auxiliar	Glb.	1	197,580
0105	Logística					100,645
IN	Infraestructura	0105001	Implementación de Infraestructura	Glb.	1	82,570
MI	Materiales indirectos	0105002	Materiales indirectos	Glb.	1	18,075
CG	Combustible - CG	0105003	Combustible - Gastos Generales	Glb.	1	-
0106	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					171,134
PV	Plan de Vigilancia	0106001	Plan de Vigilancia	Glb.	1	149,473
SM	Seguridad y medio ambiente	0106002	Seguridad y medio ambiente	Glb.	1	21,661
0109	Administración					134,358
AA	Alojamiento, alimentación y transporte	0109001	Alojamiento, alimentación y transporte de personal indirecto	Glb.	1	111,167
EM	Exámenes médicos	0109002	Exámenes Médicos	Glb.	1	5,273
SL	Servicios y laboratorios	0109003	Servicios y laboratorios	Glb.	1	17,919
0107	Calidad					16,343
SL	Servicios y laboratorios	0107001	Servicios y laboratorios	Glb.	1	16,343
0108	Equipos					254,818
VE	Vehículos y equipos menores	0108001	Vehículos y equipos menores	Glb.	1	254,818
0110	Contabilidad y Finanzas					26,829
FI	Financiamiento	0110001	Financiamiento	Glb.	1	26,829

4.1.3. Total costo de GCL (Sin IGV)

Equivale a la suma de los montos antes descritos (costo directo, gastos generales y utilidad) y alcanza la suma de 4,924,042.32 USD (dólares americanos). Este es el monto presupuestado antes de aplicar impuestos.

TOTAL COSTO DE GCL SIN IGV: 4,924,042.32 USD

4.1.4. I.G.V.

Corresponde al porcentaje al Impuesto General de las Venta, el mismo que está definido por el estado y se aplica a todo tipo de servicios.

$$\text{COSTO TOTAL SIN IGV} = 4,924,042.32 \text{ USD}$$

$$\text{IGV} = 4,924,042.32 \times 0.18 = 886,327.61 \text{ USD}$$

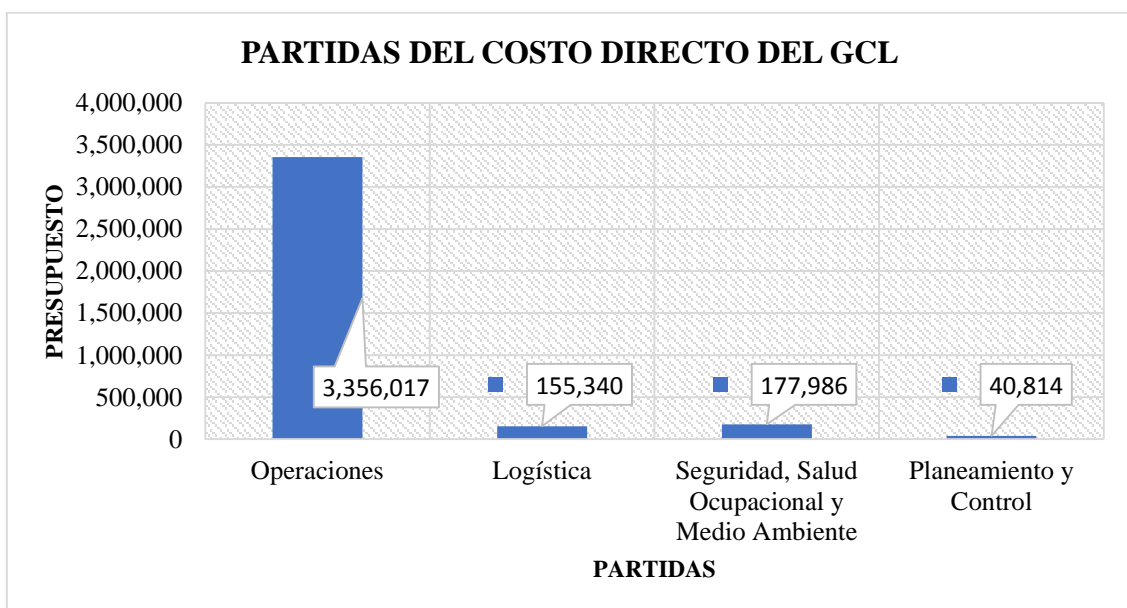
4.1.5. Total Costo del GCL (INC. IGV)

Representa la suma del costo del proyecto incluido el impuesto general de las ventas y asciende al monto de 5,810,369.94 USD (dólares americanos).

$$\text{TOTAL COSTO INC.IGV} = 5,810,369.9$$

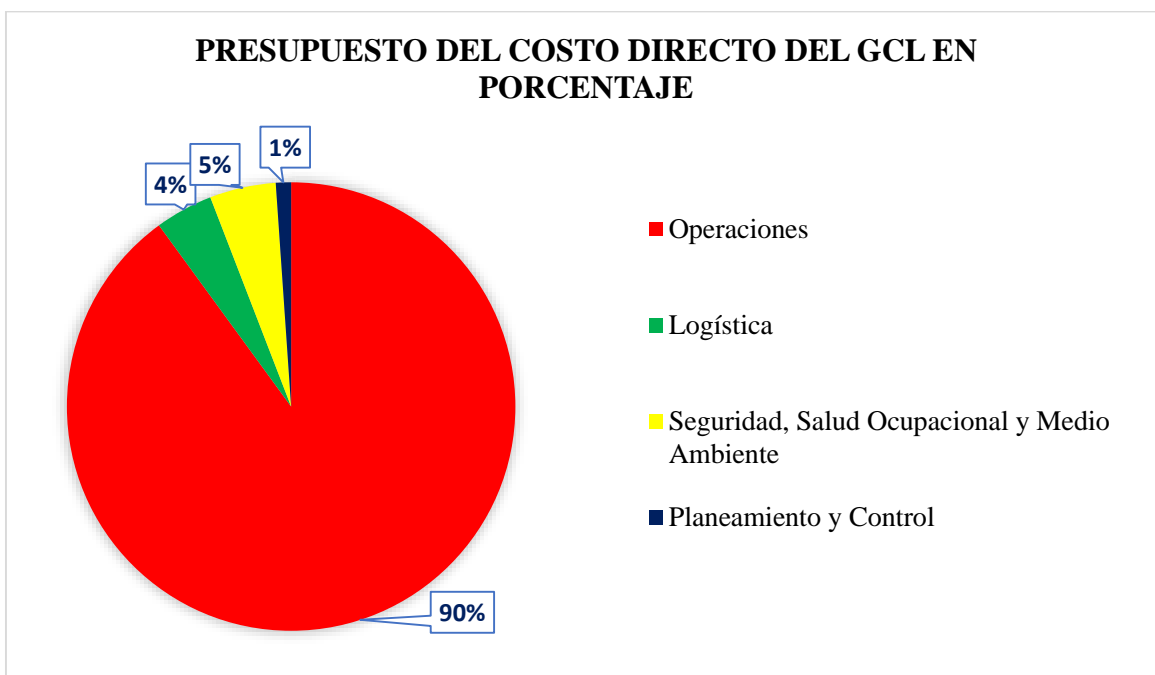
4.1.6. Análisis del costo del GCL

Para el análisis del costo directo del GCL se tienen la gráfica 1, que resulta de la tabla 12; en dicha gráfica se aprecia que la partida que requiere un mayor presupuesto para la instalación del GCL es la partida de operaciones. Tanto las partidas de logística, Seguridad salud ocupacional y medio ambiente y planeamiento y control, a pesar de requerir un presupuesto menor, juegan un rol determinante para que la instalación del GCL se concrete.



Gráfica 1: Presupuesto de las partidas del costo directo del GCL

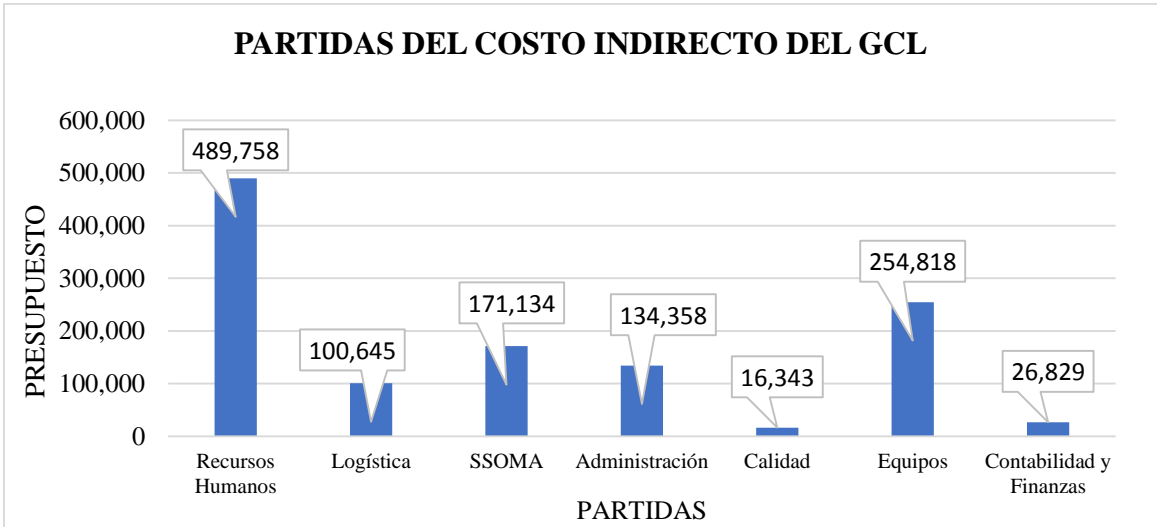
La gráfica 2 muestra que la partida de operaciones representa el 90% del presupuesto total del costo directo del GCL. Esto se debe a que dicha partida comprende otras subpartidas en la cual destacan: corte, carguío, transporte, eliminación de material, relleno, perfilado, instalación de geosintéticos, construcción del canal de coronación, acceso perimetral, mano de obra, etc.



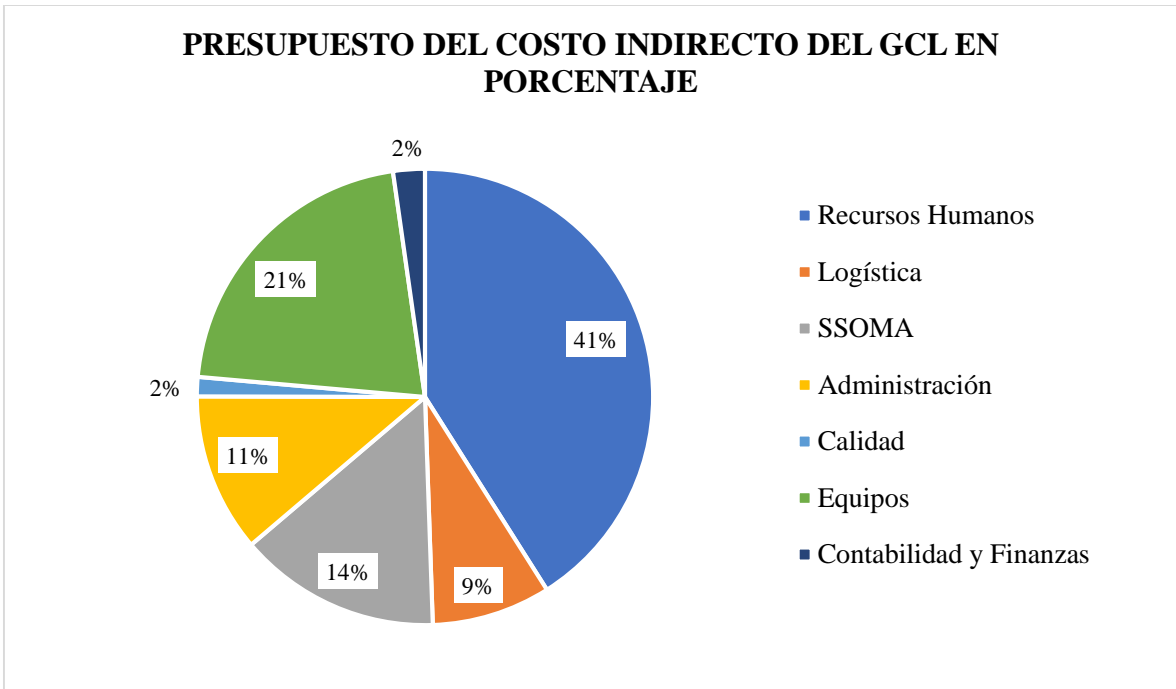
Gráfica 2: Porcentaje representativo del costo directo del GCL

En cuanto al costo indirecto del GCL se tiene la gráfica 3, la cual se ha derivado de la tabla 13. En dicha gráfica se aprecia que los costos más significativos están en los recursos humanos y los equipos.

La gráfica 4 presenta en porcentaje los presupuestos de las partidas del costo indirecto del GCL. En los recursos humanos con un 41% del presupuesto destaca la contratación de todo el personal de supervisión, técnicos administrativos y auxiliares; mientras que la partida de equipos representa el 21% del presupuesto total del costo indirecto del GCL.



Gráfica 3: Presupuesto de las partidas del costo indirecto del GCL



Gráfica 4: Porcentaje representativo del costo indirecto del GCL

4.2. Costo del Soil Liner

4.2.1. Costo directo de Soil Liner

El Costo Directo de Soil Liner es el punto medular de su presupuesto, ya que en la mayoría de los casos representa, aproximadamente un 70 % del precio de venta del proyecto y es en el mismo donde la capacidad de análisis determina el nivel de competitividad del presupuesto. Los costos directos son los que se pueden cuantificar para cada una de las actividades, tal como mano de obra, materiales y equipos.

En el estudio de este proyecto, el costo directo considero las actividades vinculadas directamente a la ejecución de la obra. En esa línea, se realizó el análisis de precios unitarios de cada una de las actividades del proyecto. En la tabla 14 se presentan los análisis de precios unitarios de las actividades más representativas del proyecto y aquellas que pertenecen a la ruta crítica del proyecto.

4.2.2. Costo Indirecto de Soil Liner

Equivale al 38.66% del costo directo y alcanza al monto de 1,193,885 USD (dólares americanos).

Este monto corresponde a los gastos indirectos necesarios para la ejecución de la obra tal como profesionales, alojamiento, alimentación, transporte, costos financieros y riesgos.

Tabla 14: Costo Directo de Soil Liner

Código Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
02	Costo Directo					3,088,531
0201	Logística					155,340
PR	Preliminares	0201001	Movilización y desmovilización	Glb.	1	155,340
0202	Operaciones					2,714,390
PR	Preliminares	0202001	Infraestructura	Glb.	1	44,943
MT	Movimiento de Tierras	0202002	Corte y carguío de material	M3	59,750	142,100
MT	Movimiento de Tierras	0202003	Transporte y eliminación/apilado de material	M3	94,660	312,650
MT	Movimiento de Tierras	0202005	Relleno	M3	16,675	161,414
MT	Movimiento de Tierras	0202006	Perfilado	M2	54,113	85,499
MT	Movimiento de Tierras	0202007	Preparación de soil liner	M3	15,800	103,718
MT	Movimiento de Tierras	0202008	Colocación de soil liner	M3	15,800	100,576
IM	Impermeabilización del PAD	0202009	Misceláneos - Impermeabilización	Glb.	1	10,779
IM	Impermeabilización del PAD	0202010	Instalación de geomembrana	M2	52,920	221,735
IM	Impermeabilización del PAD	0202011	Instalación de geotextil	M2	54,113	73,594
SS	Sistema de Subdrenaje	0202012	Instalación del sistema de subdrenaje	M	600	30,747
SC	Sistema de Colección	0202013	Instalación del sistema de colección	M	2,020	32,238
SC	Sistema de Colección	0202014	Preparación de over liner	M3	43,290	804,603
SC	Sistema de Colección	0202015	Colocación de over liner	M3	43,290	413,372
SC	Sistema de Colección	0202022	Mineral lixiviable			
CC	Canal de Coronación	0202016	Construcción del canal de coronación	M3	210	46,197
AP	Acceso Perimetral	0202017	Construcción del acceso perimetral	M2	3,000	60,038
IG	Instrumentación Geotécnica	0202018	Instrumentación Geotécnica	Glb.	1	70,189
CD	Combustible - CD	0202019	Combustible - Costo Directo	Glb.	1	-
MO	Mano de Obra Directa	0202020	Mano de Obra Directa	Glb.	1	-
0203	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					177,986
PR	Preliminares	0203001	Seguridad y Limpieza	Glb.	1	177,986
0204	Planeamiento y Control					40,814
PR	Preliminares	0204001	Ingeniería de Terreno	Glb.	1	40,814

Tabla 15: Costo indirecto de Soil Liner

Código - Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
01	Gastos Generales					1,193,885
0101	Recursos Humanos					489,758
SU	Supervisión	0101001	Personal de Supervisión	Glb.	1	292,178
TA	Técnico - Administrativo	0101002	Personal Técnico, Administrativo y Auxiliar	Glb.	1	197,580
0105	Logística					100,645
IN	Infraestructura	0105001	Implementación de Infraestructura	Glb.	1	82,570
MI	Materiales indirectos	0105002	Materiales indirectos	Glb.	1	18,075
CG	Combustible - CG	0105003	Combustible - Gastos Generales	Glb.	1	-
0106	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					171,134
PV	Plan de Vigilancia	0106001	Plan de Vigilancia	Glb.	1	149,473
SM	Seguridad y medio ambiente	0106002	Seguridad y medio ambiente	Glb.	1	21,661
0109	Administración					134,358
AA	Alojamiento, alimentación y transporte	0109001	Alojamiento, alimentación y transporte de personal indirecto	Glb.	1	111,167
EM	Exámenes médicos	0109002	Exámenes Médicos	Glb.	1	5,273
SL	Servicios y laboratorios	0109003	Servicios y laboratorios	Glb.	1	17,919
0107	Calidad					16,343
SL	Servicios y laboratorios	0107001	Servicios y laboratorios	Glb.	1	16,343
0108	Equipos					254,818
VE	Vehículos y equipos menores	0108001	Vehículos y equipos menores	Glb.	1	254,818
0110	Contabilidad y Finanzas					26,829
FI	Financiamiento	0110001	Financiamiento	Glb.	1	26,829

4.2.3. Total costo de Soil Liner (Sin IGV)

Equivale a la suma de los montos antes descritos (costo directo, gastos generales y utilidad) y alcanza la suma de 4,282,415.75 USD (dólares americanos). Este es el monto presupuestado antes de aplicar impuestos.

TOTAL COSTO DE SOIL LINER SIN IGV: 4,282,415.75 USD

4.2.4. I.G.V.

Corresponde al porcentaje al Impuesto General de las Ventas, el mismo que está definido por el estado y se aplica a todo tipo de servicios.

$$\text{COSTO TOTAL SIN IGV} = 4,282,415.75 \text{ USD}$$

$$\text{IGV} = 4,282,415.75 \times 0.18 = 770,834.84 \text{ USD}$$

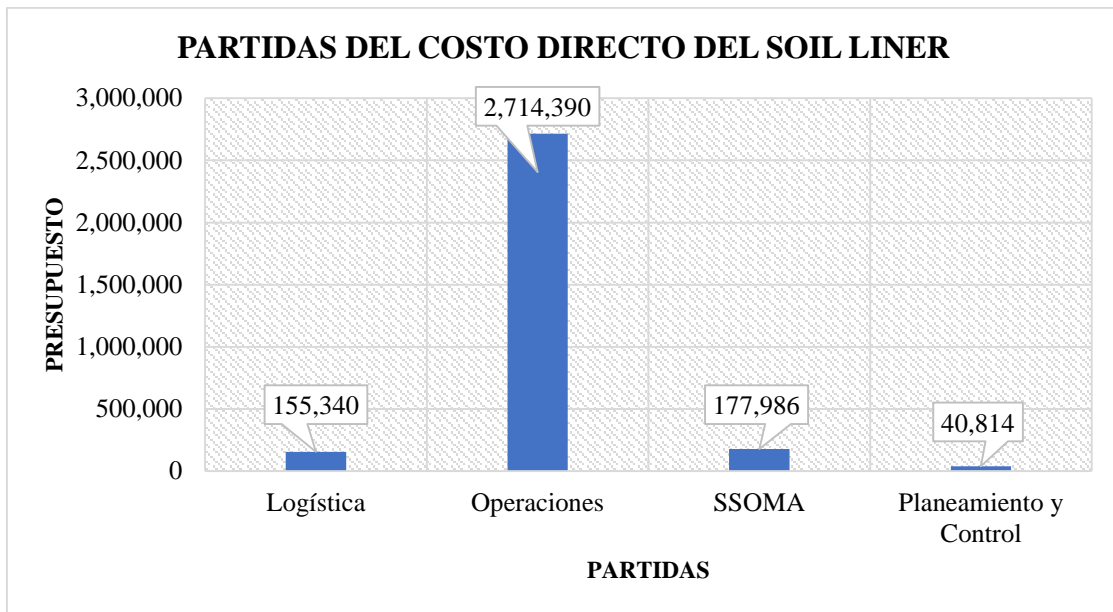
4.2.5. Total Costo de Soil Liner (INC. IGV)

Representa la suma del costo del proyecto incluido el impuesto general de las ventas y asciende al monto de 5,053,250.58 USD (dólares americanos). Esta suma coincide con el monto de facturación del proyecto.

$$\text{TOTAL COSTO INC.IGV} = 5,053,250 \text{ USD}$$

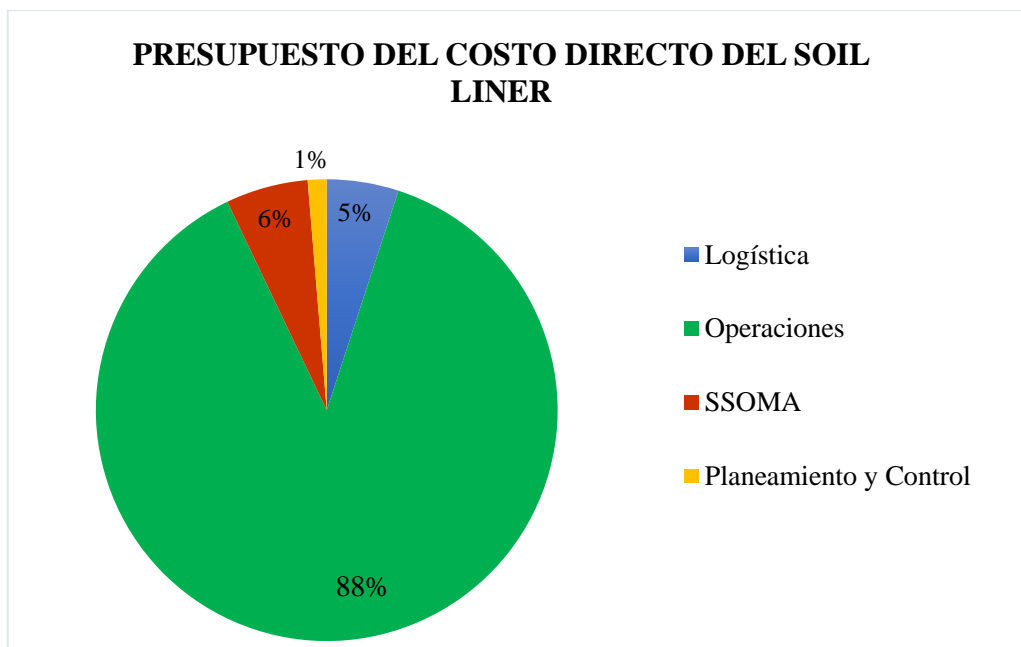
4.2.6. Análisis del costo del Soil Liner

De la tabla 14 se realiza la gráfica 5, la cual muestra que el costo directo del soil liner tiene cuatro partidas: Logística, operaciones, SSOMA y planeamiento y control; de estas partidas, la de operaciones con 2 714 390 US\$ es la que necesita mayor presupuesto para que se realice la instalación del soil liner en el PAD. La partida de planeamiento y control a pesar de requerir el menor presupuesto, cumple un rol crucial debido a que es la partida que hace funcionar al sistema; sin dejar de lado, desde luego, las partidas de logística y SSOMA que son también importantes para concretizar este proyecto.



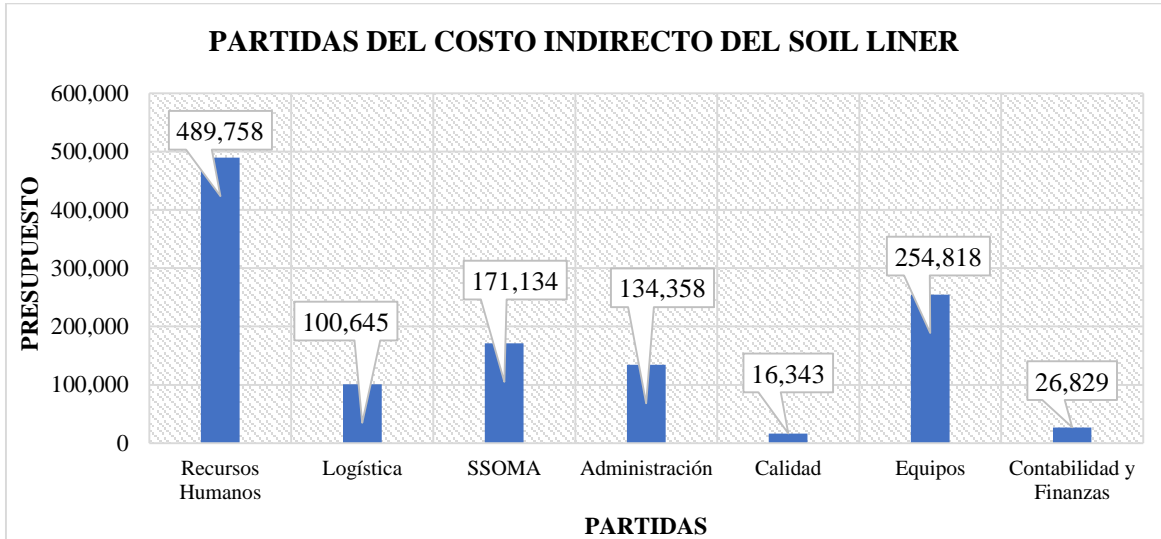
Gráfica 5: Presupuesto de las partidas del costo directo del soil liner

De la gráfica 6 se tiene que la partida de operaciones representa el 88% del presupuesto total del costo directo del soil liner; mientras que las partidas de logística, SSOMA y planeamiento y control representan el 5%, 6% y 1% respectivamente.

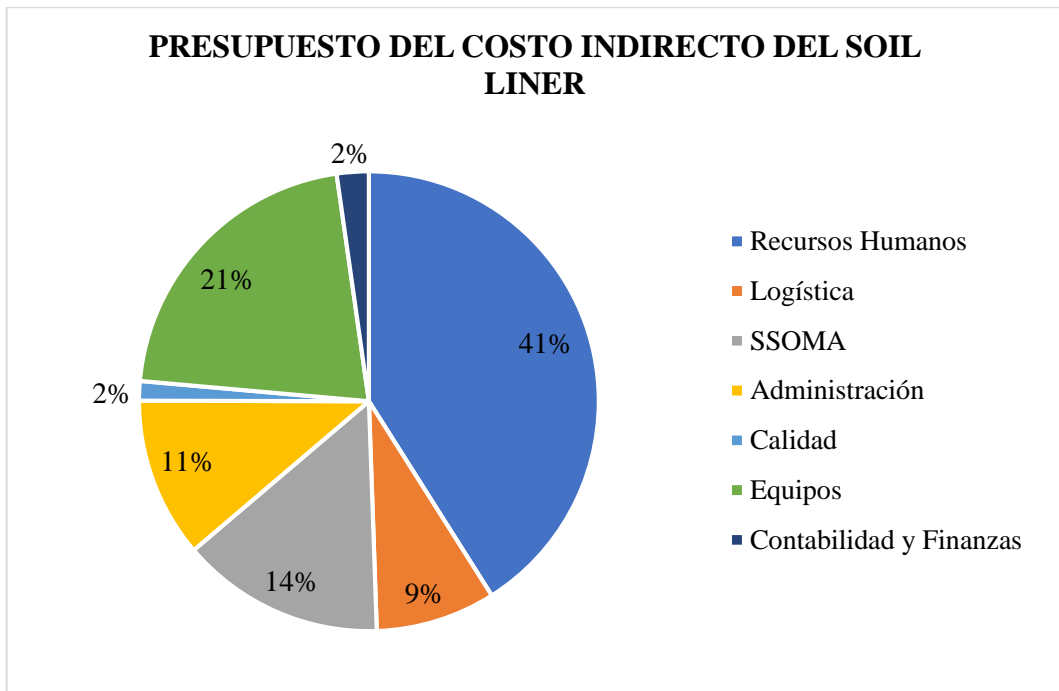


Gráfica 6: Presupuesto del costo directo del soil liner en porcentaje

En el análisis del costo indirecto del soil liner se tiene las gráficas 7 y 8; las cuales muestran que las partidas de recursos humanos y equipos son las que requieren un presupuesto mayor; en porcentaje, representan un 41% y 21% respectivamente del presupuesto tal del costo indirecto del soil liner.



Gráfica 7: Presupuesto de las partidas del costo indirecto del soil liner



Gráfica 8: Presupuesto del costo indirecto del soil liner en porcentaje

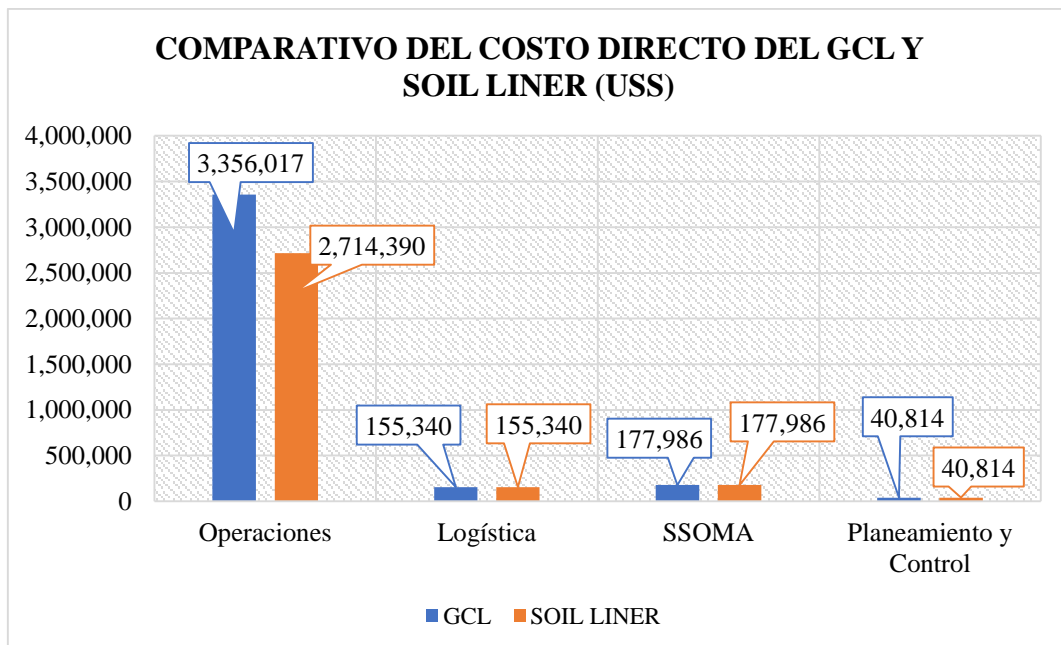
4.3. Comparación de costos entre el GCL y Soil Liner

Para realizar la comparación de costos entre el GCL y Soil Liner se presentan las tablas 16 y 17.

La tabla 16 realiza un comparativo del costo directo teniendo que el costo directo total del GCL es mayor que el del soil liner como lo muestra la gráfica 9; la diferencia es únicamente en la partida de operaciones.

Tabla 16: Comparación de costo directo entre el GCL y soil liner

COSTO DIRECTO (US\$)		
DESCRIPCIÓN	GCL	SOIL LINER
TOTAL	3,730,157	3,088,531
Operaciones	3,356,017	2,714,390
Logística	155,340	155,340
SSOMA	177,986	177,986
Planeamiento y Control	40,814	40,814

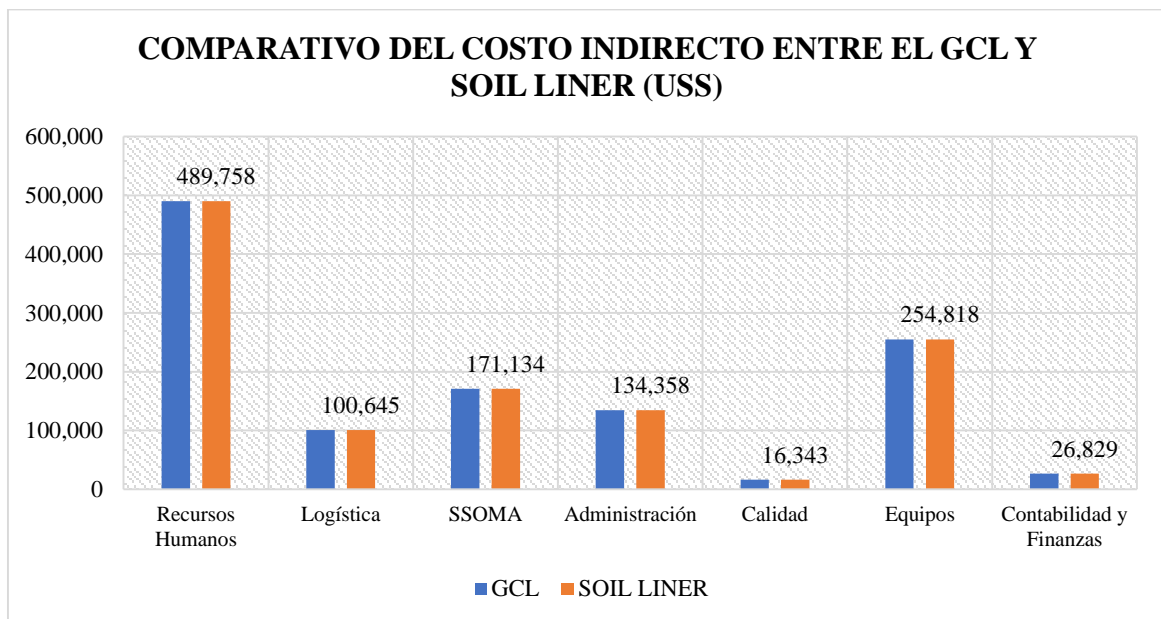


Gráfica 9: Comparativo del costo directo entre el GCL y soil liner

En cuanto a la comparación de costos indirectos entre el GCL y soil liner se tiene la tabla 17 y la gráfica 10; en las cuales se aprecia que los costos en ambos casos son iguales debido a que se van a utilizar los mismos recursos, materiales, equipos, etc. en dicho proyecto.

Tabla 17: Comparación de costo indirecto entre el GCL y soil liner

COSTO INDIRECTO (US\$)		
DESCRIPCIÓN	GCL	SOIL LINER
TOTAL	1,193,885	1,193,885
Recursos Humanos	489,758	489,758
Logística	100,645	100,645
SSOMA	171,134	171,134
Administración	134,358	134,358
Calidad	16,343	16,343
Equipos	254,818	254,818
Contabilidad y Finanzas	26,829	26,829



Gráfica 10: Comparativo del costo indirecto entre el GCL y soil liner

4.3.1. Costo Unitario del GCL y soil liner

Para encontrar el costo unitario tanto del GCL como del soil liner, se tiene las tablas 12 y 14 que nos proporcionan información del área total que se van a instalar el GCL y soil liner. Se muestra la siguiente tabla con el cálculo del costo unitario para cada material en estudio.

Tabla 18: Cálculo del costo unitario del GCL y soil liner

COSTO UNITARIO DEL GCL Y SOIL LINER EN US\$/m²			
DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (US\$)	ÁREA (m²)	COSTO UNITARIO (US\$/m²)
GCL	5810369.90	78852.00	73.69
SOIL LINER	5053250.00	54113.00	93.38

Teniendo en cuenta la tabla 17 y asignando un porcentaje del 100% al costo unitario mayor (en este caso al del soil liner), el costo unitario del GCL representa un 79 %; es decir el costo unitario del GCL es en un 21% menor en comparación con el costo unitario del soil liner.

4.3.2. Influencia de la variación de costos del GCL y soil liner.

La variación de costos en la instalación del GCL o soil liner se deben principalmente a que cada uno de estos materiales requiere procedimientos distintos desde su fabricación hasta su instalación en el proyecto. En la siguiente tabla se muestra el comparativo que influyen en los costos de estos materiales.

Tabla 19. Comparativo de variación de costos entre el GCL y soil liner

SOIL LINER	GCL
<p>Es generalmente la alternativa más económica siempre y cuando el talud sea de 2.5H:1V o aún 2H:1V y canteras apropiadas cerca del proyecto estén disponibles.</p>	<p>Solución más económica en taludes de muy fuerte pendiente, usualmente mayores a 1.5H:1V o cuando no se dispone de suelo de baja permeabilidad cerca al proyecto.</p>
<p>Puede ser usado en taludes hasta 1.5H:1V. En algunos lugares está restringido a taludes de 2H:1V or 2.5H:1V</p>	<p>Puede ser utilizado en cualquier talud del pad, se requiere verificación de la estabilidad geotécnica.</p>
<p>Puede ser colocado directamente sobre la subrasante o sobre relleno estructural, de acuerdo con el plan de nivelación.</p>	<p>En taludes rocosos muy empinados, debe ser colocado en conjunto con geocompuesto o geotextile para evitar punzonamiento.</p>
<p>Puede ser utilizado en subrasantes que presentan forma muy irregular.</p>	<p>Debido a la longitud del rollo, se requieren de banquetas intermedias para anclaje.</p>
<p>No requiere de banquetas intermedias a menos que el sistema de colección de solución las necesite.</p>	<p>Vulnerable a la hidratación por el nivel freático de la cimentación o fugas de solución, disminuyendo con ello su resistencia cortante.</p>

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Habiendo realizado el análisis de los costos unitarios de del GCL en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021. Se ha determinado que el costo unitario es de 73.69 US\$/m²
- El análisis de los costos unitarios de del Soil Liner en el PAD de lixiviación II ejecutado por COANSA en minera Cuajone durante el periodo 2021. Es un costo unitario 93.38 US\$/m²
- Al contrastar los costos entre el GCL y soil liner en el PAD de lixiviación II de Cuajone, donde el GCL excede del Soil Liner en 19.69 US\$/m²; teniendo el GCL un costo unitario de 73.69 US\$/m² y el soil liner un costo unitario 93.38 US\$/m². El costo del GCL es un 21% menor que el costo del soil liner en términos de porcentaje; ambos cumplen con la función de impermeabilizante en el pad de Lixiviación, pero a raíz de costos el más económico es el GCL por lo cual es el más propio ejecutar e implementar en el pad de lixiviación.

5.2. Recomendaciones

- De la evaluación de los resultados se ha determinado que es más propicio usar GCL para la ejecución del Pad de Lixiviación debido a que los costos son más económicos, debido a la limitada utilización de maquinaria y personal, además de tener la misma funcionalidad de impermeabilizante que el Soil Liner, por lo que se recomienda su aplicación en los PADs
- Para proceder a ejecutar el PAD de lixiviación sugerimos que los costos sean desglosados por partidas para determinar los costos unitarios y los costos deducibles en el trabajo ejecutado.
- Revisar las subpartidas previo a la ejecución y realizar una comparación técnica y económica para que ésta sea más efectiva, para determinar la varianza de los precios.

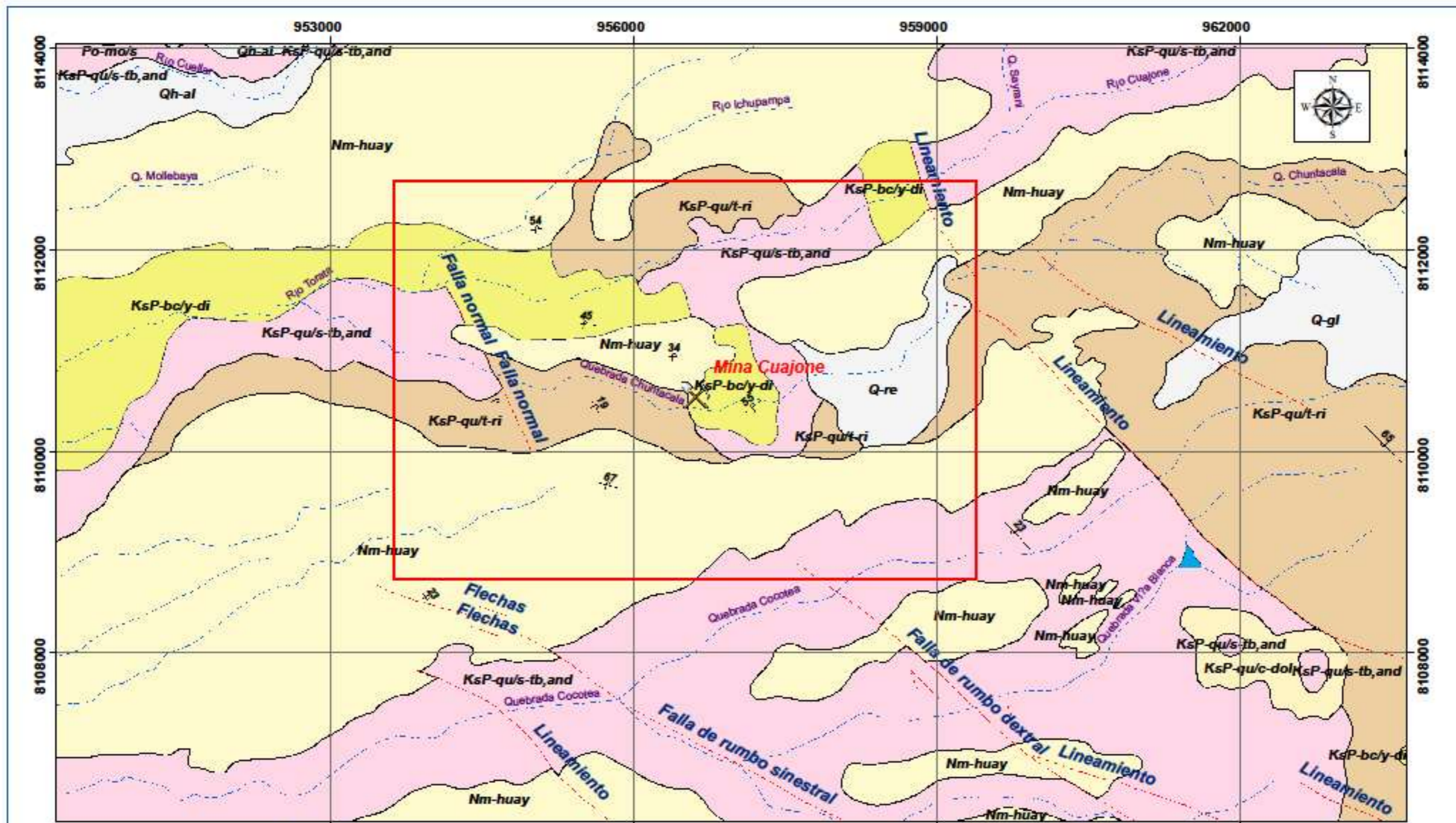
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá, A. (2017). *Diseño de depósito de materiales de desbroce en condiciones desfavorables*. Facultad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Tesis de pregrado.
- Batista, J. (2021). *Evaluación de factores que influyen en la hidratación de GCL en sub-grados laterítico*. Facultad de Ingeniería de Civil, Universidad Federal de San Carlos – Ufscar. San carlos, Tesis posgrado.
- Briones, k. (2016). *Método y planeamiento de la construcción de una plataforma de lixiviación en un proyecto minero*. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Tesis para optar el Título
- Cáceres, C. (2014). *Análisis comparativo de costos de una vivienda económica de un piso de adobe y otra de albañilería confinada en la zona urbana de Cajamarca*. Facultad de Ingeniería. Universidad Privada del Norte. Tesis para optar por el título.
- Cárdena, S. (2017). *Optimización de costos en la construcción del PAD, mediante el control y la gestión operativa por Stracon GyM en Minera Shahuindo*. Facultad de Ingeniería de Minas, Universidad Nacional de Trujillo, tesis de pregrado.
- Concha y Bernabé (1999). *Geología y génesis de Cuajone*
- Cuellar, J. (2019). *Control Ambiental y geotécnico del PAD de lixiviación Fase IV de la Mina Cuajone*. Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Tacna. Tesis de pregrado.
- Delgado, G. (2010). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*.
- Flores, J. (2014). *aplicación de tecnología en tiempo real con sistemas de posicionamiento global para los procesos de ore control en bloques mineralizados mina cuajone*. Facultad de Geología, Geofísica y Minas. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Tesis para optar por el título.
- Ipanaque, J. (2017). *Estudio de factibilidad para la ampliación de un PAD de lixiviación y obras auxiliares para una empresa minera*. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis de pregrado.
- Manrique, J. (2005). *Manejo de pilas de lixiviación de oro en minera Yanacocha S.R.L*. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Universidad Nacional Mayor de San Marco. Tesis de pregrado.

- Medina, J. (2018). *Plan de aseguramiento y control de calidad para geosintéticos aplicado al sector minero*. Facultad de Ingeniería de procesos, Universidad Nacional de San Agustín. Tesis para optar el Título.
- Paredes, O. (2020). *Aspectos Generales para el diseño de la ampliación de un PAD de lixiviación en la minería*. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis de pregrado.
- Reppto, C (2006). *sistemas de forro y cobertura en proyectos de cierre de minas*. URS Corporation Danver.
- Saravia, C. (2021). *Construcción del PAD de lixiviación Fase 2 Sector Sur Minera Shahuindo – PAN AMERICAN SILVER*. Facultad de Ingeniería. Universidad Privada de Trujillo. Tesis de pregrado.
- Vela y Tomayo (2011). *Distribución de productos geosintéticos en el Perú*. Programa de maestría en administración de empresas. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Tesis de postgrado.

ANEXOS

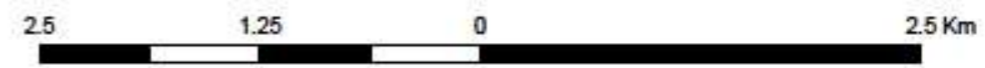
1. Anexo 1. Plano de ubicación
2. Anexo 2. Plano geológico
3. Anexo 3. Tabla de costos de GCL
4. Anexo 4. Tabla de costos de Soil Liner
5. Anexo 5. Tabla de comparación de costos
6. Anexo 6. Gráfico de comparación de costos
7. Anexo 7. Fotos en la ampliación de PAD II de lixiviación Cuajone



Litología

Blue	Laguna
White	Q-gi
White	Q-re
White	Qh-al
Light Green	Ks-p
Yellow	KsP-bc/y-di
Light Yellow	KsP-qu/c-dol
Pink	KsP-qu/s-tb, and
Brown	KsP-qu/t-ri
Orange	N-b-andp
Light Yellow	Nm-huay
Light Green	Po-mo/s

WGS_1984_UTM_Zone_18S



ESCALA NUMERICA 1:40,000

SIMBOLOGÍA

Red box	Zona de investigación	Red line	Falla
Blue line	Drenaje		



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS	
TESIS PROFESIONAL: "COMPARACIÓN DE COSTOS DEL GCL Y SOIL LINER EN EL PAD DE LIXIVIACIÓN II EJECUTADO POR COANSA EN MINERA CUAJONE DURANTE EL PERIODO 2021"	
PLANO: GEOLOGICO	ESCALA: Indicada
Bach. Ignacio Huamán Gutiérrez ASESOR M. C. Ing. Roberto Severino González Yana	P-02
SISTEMA: UTM-WGS84	FECHA: Cajamarca, 2023

ANEXO 3: TABLA DE COSTOS DEI GCL

Tabla de costo directo del GCL

Código Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
02	Costo Directo					3,730,157
0201	Logística					155,340
PR	Preliminares	0201001	Movilización y desmovilización	Glb.	1	155,340
0202	Operaciones					3,356,017
PR	Preliminares	0202001	Infraestructura	Glb.	1	44,943
MT	Movimiento de Tierras	0202002	Corte y carguío de material	M3	59,750	142,100
MT	Movimiento de Tierras	0202003	Transporte y eliminación/apilado de material	M3	94,660	301,258
MT	Movimiento de Tierras	0202005	Relleno	M3	16,675	161,414
MT	Movimiento de Tierras	0202006	Perfilado	M2	54,113	85,499
MT	Movimiento de Tierras	0202007	Preparación de geosintético	M3	22,500	228,639
MT	Movimiento de Tierras	0202008	Colocación de geosintético	M3	22,500	251,487
IM	Impermeabilización del PAD	0202009	Misceláneos - Impermeabilización	Glb.	1	254,639
IM	Impermeabilización del PAD	0202010	Instalación de geomembrana	M2	75,692	320,598
IM	Impermeabilización del PAD	0202011	Instalación de geotextil	M2	78,852	153,698
SS	Sistema de Subdrenaje	0202012	Instalación del sistema de subdrenaje	M	600	30,747
SC	Sistema de Colección	0202013	Instalación del sistema de colección	M	2,020	32,238
SC	Sistema de Colección	0202014	Preparación de over liner	M3	43,290	758,962
SC	Sistema de Colección	0202015	Colocación de over liner	M3	43,290	413,372
SC	Sistema de Colección	0202022	Mineral lixiviable			
CC	Canal de Coronación	0202016	Construcción del canal de coronación	M3	210	46,197
AP	Acceso Perimetral	0202017	Construcción del acceso perimetral	M2	3,000	60,038
IG	Instrumentación Geotécnica	0202018	Instrumentación Geotécnica	Glb.	1	70,189
CD	Combustible - CD	0202019	Combustible - Costo Directo	Glb.	1	685,265
MO	Mano de Obra Directa	0202020	Mano de Obra Directa	Glb.	1	569,863
0203	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					177,986
PR	Preliminares	0203001	Seguridad y Limpieza	Glb.	1	177,986
0204	Planeamiento y Control					40,814
PR	Preliminares	0204001	Ingeniería de Terreno	Glb.	1	40,814

Tabla de costo indirecto del GCL

Código - Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
01	Gastos Generales					1,193,885
0101	Recursos Humanos					489,758
SU	Supervisión	0101001	Personal de Supervisión	Glb.	1	292,178
TA	Técnico - Administrativo	0101002	Personal Técnico, Administrativo y Auxiliar	Glb.	1	197,580
0105	Logística					100,645
IN	Infraestructura	0105001	Implementación de Infraestructura	Glb.	1	82,570
MI	Materiales indirectos	0105002	Materiales indirectos	Glb.	1	18,075
CG	Combustible - CG	0105003	Combustible - Gastos Generales	Glb.	1	-
0106	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					171,134
PV	Plan de Vigilancia	0106001	Plan de Vigilancia	Glb.	1	149,473
SM	Seguridad y medio ambiente	0106002	Seguridad y medio ambiente	Glb.	1	21,661
0109	Administración					134,358
AA	Alojamiento, alimentación y transporte	0109001	Alojamiento, alimentación y transporte de personal indirecto	Glb.	1	111,167
EM	Exámenes médicos	0109002	Exámenes Médicos	Glb.	1	5,273
SL	Servicios y laboratorios	0109003	Servicios y laboratorios	Glb.	1	17,919
0107	Calidad					16,343
SL	Servicios y laboratorios	0107001	Servicios y laboratorios	Glb.	1	16,343
0108	Equipos					254,818
VE	Vehículos y equipos menores	0108001	Vehículos y equipos menores	Glb.	1	254,818
0110	Contabilidad y Finanzas					26,829
FI	Financiamiento	0110001	Financiamiento	Glb.	1	26,829

ANEXO 4: TABLA DE COSTOS DE SOIL LINER

Tabla de Costo Directo de Soil Liner

Código Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
02	Costo Directo					3,088,531
0201	Logística					155,340
PR	Preliminares	0201001	Movilización y desmovilización	Glb.	1	155,340
0202	Operaciones					2,714,390
PR	Preliminares	0202001	Infraestructura	Glb.	1	44,943
MT	Movimiento de Tierras	0202002	Corte y carguío de material	M3	59,750	142,100
MT	Movimiento de Tierras	0202003	Transporte y eliminación/apilado de material	M3	94,660	312,650
MT	Movimiento de Tierras	0202005	Relleno	M3	16,675	161,414
MT	Movimiento de Tierras	0202006	Perfilado	M2	54,113	85,499
MT	Movimiento de Tierras	0202007	Preparación de soil liner	M3	15,800	103,718
MT	Movimiento de Tierras	0202008	Colocación de soil liner	M3	15,800	100,576
IM	Impermeabilización del PAD	0202009	Misceláneos - Impermeabilización	Glb.	1	10,779
IM	Impermeabilización del PAD	0202010	Instalación de geomembrana	M2	52,920	221,735
IM	Impermeabilización del PAD	0202011	Instalación de geotextil	M2	54,113	73,594
SS	Sistema de Subdrenaje	0202012	Instalación del sistema de subdrenaje	M	600	30,747
SC	Sistema de Colección	0202013	Instalación del sistema de colección	M	2,020	32,238
SC	Sistema de Colección	0202014	Preparación de over liner	M3	43,290	804,603
SC	Sistema de Colección	0202015	Colocación de over liner	M3	43,290	413,372
SC	Sistema de Colección	0202022	Mineral lixiviable			
CC	Canal de Coronación	0202016	Construcción del canal de coronación	M3	210	46,197
AP	Acceso Perimetral	0202017	Construcción del acceso perimetral	M2	3,000	60,038
IG	Instrumentación Geotécnica	0202018	Instrumentación Geotécnica	Glb.	1	70,189
CD	Combustible - CD	0202019	Combustible - Costo Directo	Glb.	1	-
MO	Mano de Obra Directa	0202020	Mano de Obra Directa	Glb.	1	-
0203	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					177,986
PR	Preliminares	0203001	Seguridad y Limpieza	Glb.	1	177,986
0204	Planeamiento y Control					40,814
PR	Preliminares	0204001	Ingeniería de Terreno	Glb.	1	40,814

Tabla de Costo indirecto de Soil Liner

Código - Frente	Descripción - Frente	Código Partida	Descripción - Partida	Unidad	Cantidad	Presupuesto USD
01	Gastos Generales					1,193,885
0101	Recursos Humanos					489,758
SU	Supervisión	0101001	Personal de Supervisión	Glb.	1	292,178
TA	Técnico - Administrativo	0101002	Personal Técnico, Administrativo y Auxiliar	Glb.	1	197,580
0105	Logística					100,645
IN	Infraestructura	0105001	Implementación de Infraestructura	Glb.	1	82,570
MI	Materiales indirectos	0105002	Materiales indirectos	Glb.	1	18,075
CG	Combustible - CG	0105003	Combustible - Gastos Generales	Glb.	1	-
0106	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente					171,134
PV	Plan de Vigilancia	0106001	Plan de Vigilancia	Glb.	1	149,473
SM	Seguridad y medio ambiente	0106002	Seguridad y medio ambiente	Glb.	1	21,661
0109	Administración					134,358
AA	Alojamiento, alimentación y transporte	0109001	Alojamiento, alimentación y transporte de personal indirecto	Glb.	1	111,167
EM	Exámenes médicos	0109002	Exámenes Médicos	Glb.	1	5,273
SL	Servicios y laboratorios	0109003	Servicios y laboratorios	Glb.	1	17,919
0107	Calidad					16,343
SL	Servicios y laboratorios	0107001	Servicios y laboratorios	Glb.	1	16,343
0108	Equipos					254,818
VE	Vehículos y equipos menores	0108001	Vehículos y equipos menores	Glb.	1	254,818
0110	Contabilidad y Finanzas					26,829
FI	Financiamiento	0110001	Financiamiento	Glb.	1	26,829

ANEXO N° 3 TABLA DE COMPARACIÓN DE COSTOS

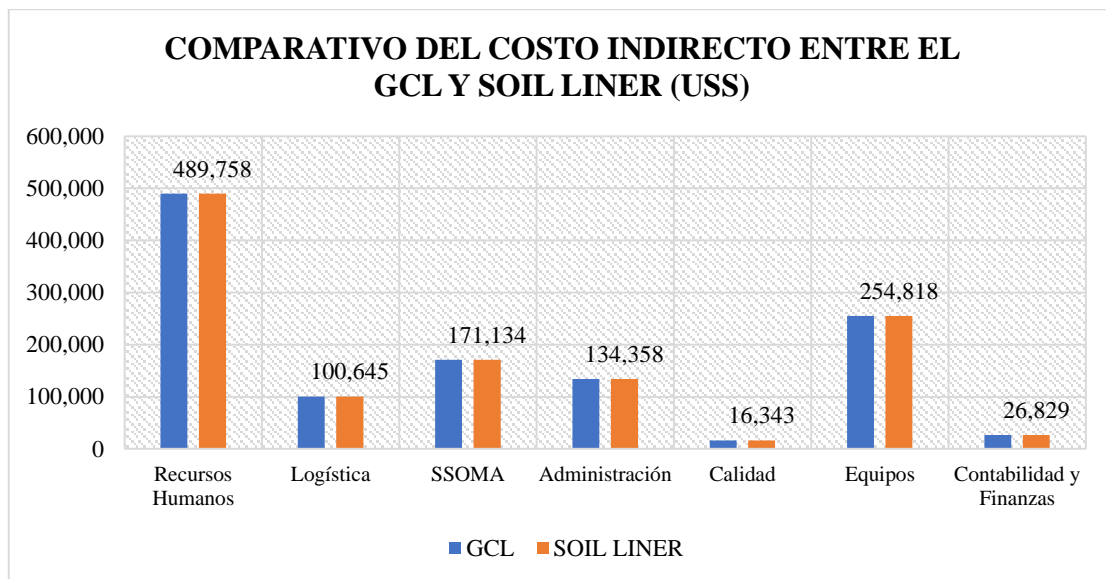
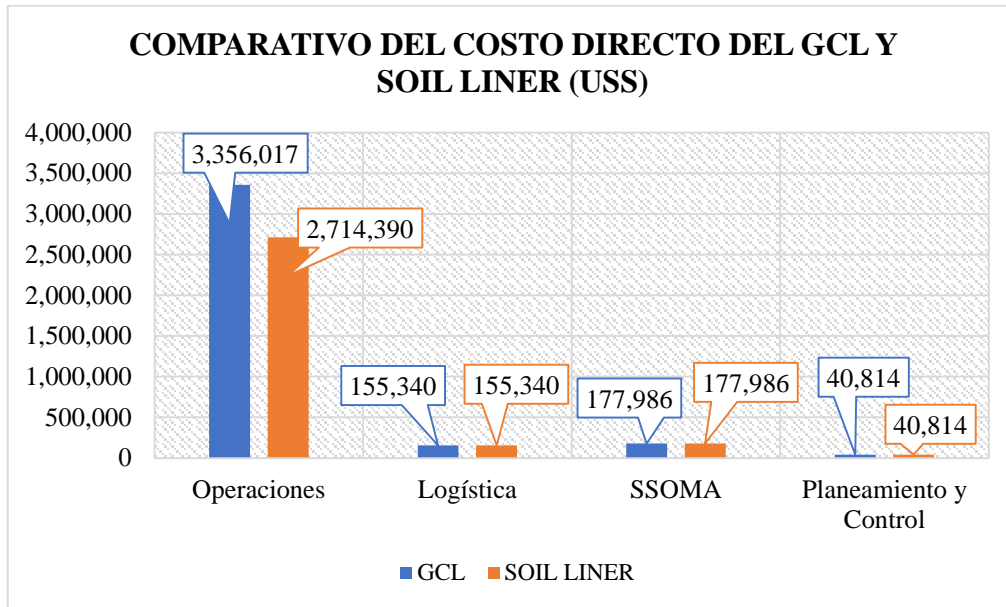
Tabla de Comparación de costo directo entre el GCL y soil liner

COSTO DIRECTO (US\$)		
DESCRIPCIÓN	GCL	SOIL LINER
TOTAL	3,730,157	3,088,531
Operaciones	3,356,017	2,714,390
Logística	155,340	155,340
SSOMA	177,986	177,986
Planeamiento y Control	40,814	40,814

Tabla de Comparación de costo indirecto entre el GCL y soil liner

COSTO INDIRECTO (US\$)		
DESCRIPCIÓN	GCL	SOIL LINER
TOTAL	1,193,885	1,193,885
Recursos Humanos	489,758	489,758
Logística	100,645	100,645
SSOMA	171,134	171,134
Administración	134,358	134,358
Calidad	16,343	16,343
Equipos	254,818	254,818
Contabilidad y Finanzas	26,829	26,829

ANEXO N° 4. GRÁFICO DE COMPARACIÓN DE COSTOS



**ANEXO N° 7. FOTOS EN LA AMPLIACIÓN DE PAD II DE LIXIVIACIÓN
CUAJONE**



En el área de control de equipos topográficos, ampliación del PAD II de lixiviación



En el área de instalación de geomenbrana en la ampliación del PAD II de lixiviación