

**Estudio de Impacto Ambiental
para las fases de explotación
y beneficio de minerales metálicos
en el área operativa
de la concesión minera La Plata
(Código 2001.1)**

8 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

**Consultora Ambiental
ESTUDIOS Y SERVICIOS AMBIENTALES ESSAM**



Marzo de 2022

A. TABLA DE CONTENIDO

A.	TABLA DE CONTENIDO	i
B.	ÍNDICE DE CUADROS	ii
C.	INDICE DE GRÁFICOS	vi
8	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	1
8.1	Introducción.....	1
8.2	Metodología.....	1
8.2.1	<i>Identificación de alternativas.....</i>	<i>2</i>
8.2.2	<i>Análisis de compensación de alternativas</i>	<i>2</i>
8.3	Desarrollo.....	10
8.3.1	<i>Asignación pesos importancia factores de decisión por alteración de la cantidad y calidad hábita (componente biótico)</i>	<i>10</i>
8.3.2	<i>Asignación pesos importancia factores de decisión</i>	<i>13</i>
8.3.3	<i>Definición de Alternativas</i>	<i>15</i>
8.3.4	<i>Análisis de Alternativas.....</i>	<i>36</i>
8.4	Resultados.....	88
8.5	Discusión y conclusión	91

B. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 8.2-2: Valoración de Impactos Potenciales	9
Cuadro 8.3-2.1: Características de los relaves en pulpa “convencionales”	30
Cuadro 8.3-2.2: Características de los relaves espesados	31
Cuadro 8.3-2.3: Características de los relaves filtrados	32
Cuadro 8.3-3.1: Valoración x Criterios técnicos del sitio (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)...	37
Cuadro 8.3-3.2: Valoración x Costo de implementación (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)...	38
Cuadro 8.3-3.3: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	38
Cuadro 8.3-3.4: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4)	39
Cuadro 8.3-3.5: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4)	40
Cuadro 8.3-3.6: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 -a.4)	41
Cuadro 8.3-3.7: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	41
Cuadro 8.3-3.8: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4)	42
Cuadro 8.3-3.9: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	43
Cuadro 8.3-3.10: Valoración x Generación Empleo (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4).....	44
Cuadro 8.3-3.11: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	45
Cuadro 8.3-3.12: Valoración x Criterios técnicos del sitio (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	46
Cuadro 8.3-3.13: Valoración x Costo de implementación (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	47
Cuadro 8.3-3.14: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	47
Cuadro 8.3-3.15: Valoración x Alternación componente aire-ruido (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	48
Cuadro 8.3-3.16: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas b.1 – b.2 – b.3).49	
Cuadro 8.3-3.17: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas b.1 – b.2 – b.3) 49	

Cuadro 8.3-3.18: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	50
Cuadro 8.3-3.19: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	51
Cuadro 8.3-3.20: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	52
Cuadro 8.3-3.21: Valoración x Generación Empleo (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	52
Cuadro 8.3-3.22: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	53
Cuadro 8.3-3.23: Valoración x Criterios técnicos del sitio (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	54
Cuadro 8.3-3.24: Valoración x Costo de implementación (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	55
Cuadro 8.3-3.25: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	56
Cuadro 8.3-3.26: Valoración x Alternación componente aire-ruído (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	56
Cuadro 8.3-3.27: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	57
Cuadro 8.3-3.28: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	58
Cuadro 8.3-3.29: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	59
Cuadro 8.3-3.30: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	59
Cuadro 8.3-3.31: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	60
Cuadro 8.3-3.32: Valoración x Generación Empleo (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	61
Cuadro 8.3-3.33: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	62
Cuadro 8.3-3.34: Valoración x Aspectos constructivos (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	62
Cuadro 8.3-3.35: Valoración x Costo de implementación (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	63
Cuadro 8.3-3.36: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	64
Cuadro 8.3-3.37: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	65
Cuadro 8.3-3.38: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	65
Cuadro 8.3-3.39: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	66
Cuadro 8.3-3.40: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	66
Cuadro 8.3-3.41: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	67

Cuadro 8.3-3.42: Valoración x Generación Empleo (Alternativas d.1 – d.2 – d.3).....	68
Cuadro 8.3-3.43: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	68
Cuadro 8.3-3.44: Valoración x Criterios técnicos (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	69
Cuadro 8.3-3.45: Valoración x Costo de implementación (Alternativas e.1 – e.2 – e.3).....	70
Cuadro 8.3-3.46: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	70
Cuadro 8.3-3.47: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)...	71
Cuadro 8.3-3.48: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas e.1 – e.2 – e.3) .	71
Cuadro 8.3-3.49: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas e.1 – e.2 – e.3) 72	
Cuadro 8.3-3.50: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	73
Cuadro 8.3-3.51: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas e.1 – e.2 – e.3).....	73
Cuadro 8.3-3.52: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas e.1 – e.2 – e.3).....	74
Cuadro 8.3-3.53: Valoración x Generación Empleo (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	75
Cuadro 8.3-3.54: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	75
Cuadro 8.3-3.55: Valoración x Costo de implementación (Alternativas f.1 – f.2).....	76
Cuadro 8.3-3.56: Valoración x Costo de implementación (Alternativas f.1 – f.2).....	77
Cuadro 8.3-3.57: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas f.1 – f.2) 77	
Cuadro 8.3-3.58: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas f.1 – f.2)	78
Cuadro 8.3-3.59: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas f.1 – f.2)	78
Cuadro 8.3-3.60: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas f.1 – f.2).....	79
Cuadro 8.3-3.61: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas f.1 – f.2)	79
Cuadro 8.3-3.62: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas f.1 – f.2).....	80
Cuadro 8.3-3.63: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas f.1 – f.2)	80
Cuadro 8.3-3.64: Valoración x Generación Empleo (Alternativas f.1 – f.2).....	81
Cuadro 8.3-3.65: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas f.1 – f.2) 81	
Cuadro 8.3-3.66: Valoración x Costo de implementación (Alternativas g.1 – g.2).....	82
Cuadro 8.3-3.67: Valoración x Costo de implementación (Alternativas g.1 – g.2).....	82

Cuadro 8.3-3.68: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas g.1 – g.2)	83
Cuadro 8.3-3.69: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas g.1 – g.2)	84
Cuadro 8.3-3.70: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas g.1 – g.2)	84
Cuadro 8.3-3.71: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas g.1 – g.2)	85
Cuadro 8.3-3.72: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas g.1 – g.2)	85
Cuadro 8.3-3.73: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas g.1 – g.2)	86
Cuadro 8.3-3.74: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas g.1 – g.2)	86
Cuadro 8.3-3.75: Valoración x Generación Empleo (Alternativas g.1 – g.2)	87
Cuadro 8.3-3.76: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas g.1 – g.2)	87
Cuadro 8.4-1/a: Análisis de Alternativas - Fases de explotación y beneficio de minerales metálicos en el área operativa de la CM La Plata	88

C. INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 8.3-2.1 Impermeabilización con geomembrana LLDPE 1.50 mm lisa	23
Gráfico 8.3-2.2 Redes de flujo obtenidas en el depósito de relaves con geomembrana.....	24
Gráfico 8.3-2.3 Redes de flujo obtenidas en la escombrera con geomembrana	24
Gráfico 8.3-2.4 Redes de flujo obtenidas en la estación auxiliar de transferencia con geomembrana.....	24
Gráfico 8.3-2.5 Impermeabilización con arcilla compactada e=0,30 m	25
Gráfico 8.3-2.6 Redes de flujo obtenidas en el depósito de relaves con arcilla e=0,30 m.....	26
Gráfico 8.3-2.7 Redes de flujo obtenidas en la escombrera con arcilla e=0,30 m	26
Gráfico 8.3-2.8 Redes de flujo obtenidas en la estación auxiliar de transferencia auxiliar con arcilla e=0,30 m.....	27
Gráfico 8.3-2.9 Impermeabilización con arcilla compactada e=1,0 m	27
Gráfico 8.3-2.10 Redes de flujo obtenidas en el depósito de relaves con arcilla e=1,0 m.....	28
Gráfico 8.3-2.11 Redes de flujo obtenidas en la escombrera con arcilla e=1,0 m	28
Gráfico 8.3-2.12 Redes de flujo obtenidas en la estación auxiliar de transferencia con arcilla e=1,0 m	29

8 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

8.1 Introducción

Para incorporar los criterios socioambientales a las características del proyecto *La Plata (fases de explotación y beneficio)* y permitir su sustentabilidad, se realiza el análisis de alternativas en base a criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales.

El análisis de alternativas parte de la factibilidad técnica para luego considerar la factibilidad ambiental, usando para ello criterios de comparación y escalas de calificación de aplicación homogénea y transparente, válidos para todas las alternativas consideradas.

8.2 Metodología

Para conseguir¹ una sistematización de la elección entre alternativas, se utilizará un análisis de compensaciones o de trade-off. El análisis de compensaciones incluye la comparación de varias alternativas respecto a una serie de factores de decisión, los cuales son evaluados en una escala de importancia predefinida.

El sistema que se utilizará será de ponderación – jerarquización (la cual se presentará en forma de matrices), en el que el peso de la importancia de cada factor de decisión se multiplica por la jerarquización, puntuación o valor de la escala de cada alternativa, y el producto resultante de cada alternativa se acumula entonces para desarrollar un índice compuesto o puntuación de cada alternativa; este índice se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Índice}_j = \sum_{i=1}^n I_i \cdot W_i \cdot R_{ij}$$

Donde:

Índice_j = índice compuesto para la alternativa j

n = número de factores de decisión

I_i = peso de la importancia del factor de decisión i

R_{ij} = jerarquización, puntuación o valor de la escala de la alternativa j según el factor de decisión i.

El análisis de alternativas parte de la factibilidad técnica para luego considerar la factibilidad socioambiental, de determinarse una inviabilidad sobre estos aspectos se deberá realizar una modificación técnica que permita encontrar la mejor alternativa equilibrada técnica y socioambiental.

¹ Canter Larry, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental

8.2.1 Identificación de alternativas

Para el análisis de Alternativas del proyecto La Plata (fases de explotación y beneficio), se deben considerar aspectos como: ruta, obras civiles, tecnología aplicable, fuentes de recursos, etc.

8.2.2 Análisis de compensación de alternativas²

A. Definición de factores de decisión

Los proyectos deben considerar varios factores para definir su viabilidad técnica, económica, ambiental y social, con el afán de generar una propuesta sólida que los considere. En este contexto se estructuran los criterios de decisión para el proyecto por los siguientes factores:

1) Técnico / Factibilidad: Se consideran los criterios técnicos o de ingeniería que hacen posible la ejecución de la alternativa, este factor genera las posibles alternativas sobre las cuáles se analizará los demás.

1.1) *Criterios técnicos:* Se proponen dependiendo del aspecto a analizarse de manera que la ubicación estará dada por los criterios técnicos del sitio de implantación, la tecnología por las características del proceso, el método de explotación por la información geológica del yacimiento y el suministro de energía eléctrica por factibilidad de suministro de la demanda de megavatios (MW) que requiere el proyecto.

2) Económico: De manera cualitativa se estiman los posibles ingresos y egresos, reflejándose en incrementos o reducciones de la tasa interna de retorno financiera del proyecto, para tal efecto se consideran los siguientes aspectos:

2.1) *Implementación:* En este factor se considera el costo asociado a construcción de la infraestructura e instalaciones necesarias de la alternativa en análisis.

2.2) *Operación - Mantenimiento:* Este factor incluye los costos asociados a los recursos que necesita para el desarrollo de las actividades mineras del proyecto.

3) Ambiental: Se incluyen componentes ambientales susceptibles de afectación por el desarrollo del proyecto.

² Canter Larry, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental

- 3.1) *Alteración componente aire - ruido: Este factor considera la posible afectación del aire y la generación de ruido por las actividades mineras del proyecto.*
 - 3.2) *Alteración componente agua: Este factor considera la posible afectación al componente agua tanto en cantidad como calidad por las actividades de del proyecto.*
 - 3.3) *Alteración componente suelo – generación desechos peligrosos: Este factor considera la posible afectación al suelo y la generación de desechos peligrosos en las áreas donde se desarrollarán las actividades mineras.*
 - 3.4) *Consumo de recursos naturales: Los recursos naturales relevantes necesarios para las operaciones mineras se consideran como combustibles, así como el agua que no puede regresarse en similares condiciones a como fue captada.*
 - 3.5) *Alteración de la cantidad y calidad hábita (componente biótico): Considera la afectación al componente biótico (flora, fauna terrestre y fauna acuática) por la implementación y operación del proyecto minero.*
- Alteración del hábitat terrestre: con base en Canter (1998), se identifican y contextualizan las siguientes alteraciones al hábitat terrestre.
 - Pérdida directa de hábitat
 - a. Eliminación de hábitat críticos: Entendida como:
 - *Pérdida de hábitat (PH):* Efecto de respuesta a la Remoción Cobertura Vegetal en la cual se evidencia la desaparición de toda la estructura del bosque (estratos) (Sarmiento 2001):
 - Sotobosque: superficial o rastrero, herbáceo
 - Subdosel: arbustivo, de troncos, epífita y aeroides suspendidas
 - Dosel: copas de los árboles
 - Emergente: copas de árboles emergentes
 - b. Reducción de biodiversidad: Entendida como:
 - *Hábitat específico (HE):* Es la propiedad de los organismos para ocupar un hábitat determinado únicamente por sus condiciones espaciales. Es parte del fenómeno de biopatría, en el que se incluye además la noción de residencia temporal (Sarmiento 2001). Generalmente se observa en especies *Estenoecias* que son organismos que poseen un hábitat restringido (Dodson & Gentry 1991; Sarmiento 2001; Crespo 2014), por ejemplo: anfibios, micromamíferos, hentomofauna y avifauna de interior de bosque.

c. Interrupción de flujos de energía y nutrientes: Entendida como:

- *Fragmentación (F)*: el cual es un fenómeno espacial, a escala de paisaje, que promueve la discontinuidad del hábitat. Ahora se aplica a toda escala en cualquier dominio (espacial y temporal) en donde la disrupción de la continuidad se ha hecho evidente (e.g.: al deforestar para sembrar potreros se bloquea completamente la continuidad del bosque y se abren brechas totalmente distintas a la matriz, generando el conocido patrón de mosaico en forma de “tablero de ajedrez” en el paisaje) (Dodson & Gentry 1991; Sarmiento 2001; Crespo 2014), en este caso el tipo de fragmentación es:
 - *Divisiva*: aquella que se produce cuando un atributo lineal rompe el paisaje y lo fragmenta hacia las afueras de la línea (e.g.: una carretera, el tendido eléctrico, etc.) (Sarmiento 2001).

○ Alteración de las características del hábitat

a. *Alteración en la composición de las comunidades*: Entendida como:

- *Efecto de borde (EB)*: son respuestas incrementadas en la zona de contacto entre dos hábitats distintos y cambios en el funcionamiento del ecosistema debido a la presencia de un límite definido, lo que condiciona a que las zonas adyacentes presenten menor variabilidad que la zona de transición en donde el EB se evidencia debido al ecotono definido que favorece la especiación, por el gran poder de hibridación existente en los linderos (Sarmiento 2001).
- *Efecto de deplesión (ED)*: Disminución en la tasa de inmigración en las islas, que resulta en un incremento de las especies residentes en las mismas, lo que implica una reducción de la variabilidad genética y la heterocigosidad (Sarmiento 2001).
- *Efecto cascada (EC)*: Cuando un proceso encuentra un punto en el cual un ligero disturbio genera un cambio instantáneo de funcionamiento en el sistema, el cual genera a su vez nuevos y cada vez más complejos cambios, que, a través del tiempo, llegan a ser fatales para el equilibrio del sistema (Sarmiento 2001).

○ Interferencia de movimientos

a. Bloqueo de acceso a hábitats críticos: Entendida como:

- *Fragmentación (F)*: Fenómeno espacial, a escala de paisaje, que promueve la discontinuidad del hábitat; se aplica ahora a toda

escala en cualquier dominio (espacial y temporal) en donde la interrupción de la continuidad se ha hecho evidente (Dodson & Gentry 1991; Sarmiento 2001; Crespo 2014), en este caso el tipo de fragmentación es:

- Divisiva: aquella que se produce cuando un atributo lineal rompe el paisaje y lo fragmenta hacia las afueras de la línea (e.g.: una carretera, el tendido eléctrico, etc.) (Sarmiento 2001).
 - *Fragmentación poblaciones fauna – Metapoblaciones (FPF)*: Unidades demográficas que se encuentran separadas por efectos de fragmentación de hábitat y pérdida de hábitat. Estas poblaciones no pueden ser mantenidas permanentemente, en la que la dinámica colonización- extinción se evidencia periódicamente. (Sarmiento 2001).
 - *Reducción ocupación hábitats (ROH)*: La ocupación es la probabilidad de ocurrencia de una especie en un sitio determinado, el mismo que está relacionado a variables físicas, químicas y biológicas de ese sitio. Si estas variables son alteradas la probabilidad de ocupación de una especie podrían reducirse (Bailey & Adams 2005; MacKenzie et al. 2006; Bailey et al. 2014).
- Muerte o daños por sustancias tóxicas
- a. *Defaunación (D)*: Proceso de eliminación sistemática de algún grupo o grupos de animales (Sarmiento 2001). Esta defaunación puede ser directa, cuando se trata de la destrucción de la fauna por medio de la actividad humana sin ser específicamente orientada a la destrucción de los animales (Sarmiento 2001).
- b. *Reducción ocupación hábitats (ROH)*: La ocupación es la probabilidad de ocurrencia de una especie en un sitio determinado, el mismo que está relacionado a variables físicas, químicas y biológicas de ese sitio. Si estas variables son alteradas la probabilidad de ocupación de una especie podrían reducirse (Bailey & Adams 2005; MacKenzie et al. 2006; Bailey et al. 2014).
- Alteración del hábitat acuático: con base en Canter (1998), se identifican y contextualizan las siguientes alteraciones al hábitat acuático.
- Pérdidas directas de hábitat
- a. Eliminación de hábitat críticos: Entendida como:
- *Pérdida de hábitat (PH)*: Efecto de respuesta a la Remoción Cobertura Vegetal en la cual se evidencia la desaparición de toda la estructura del bosque (estratos) (Sarmiento 2001):
 - Sotobosque: superficial o rastrero, herbáceo

- Subdosel: arbustivo, de troncos, epífita y aeroides suspendidas
 - Dosel: copas de los árboles
 - Emergente: copas de árboles emergentes
- b. Reducción de biodiversidad: Entendida como:
- *Hábitat específico* (HE): Es la propiedad de los organismos para ocupar un hábitat determinado únicamente por sus condiciones espaciales. Es parte del fenómeno de biopatría, en el que se incluye además la noción de residencia temporal (Sarmiento 2001). Generalmente se observa en especies *Estenoecias* que son organismos que poseen un hábitat restringido (Dodson & Gentry 1991; Sarmiento 2001; Crespo 2014), por ejemplo: anfibios, micromamíferos, hentomofauna y avifauna de interior de bosque.
- c. Interucción de flujos de energía y nutrientes: Entendida como:
- *Fragmentación* (F): Fenómeno espacial, a escala de paisaje, que promueve la discontinuidad del hábitat. Ahora se aplica a toda escala en cualquier dominio (espacial y temporal) en donde la interrupción de la continuidad se ha hecho evidente (e.g.: al deforestar para sembrar potreros se bloquea completamente la continuidad del bosque y se abren brechas totalmente distintas a la matriz, generando el conocido patrón de mosaico en forma de “tablero de ajedrez” en el paisaje) (Dodson & Gentry 1991; Sarmiento 2001; Crespo 2014), en este caso el tipo de fragmentación es:
 - *Divisiva*: aquella que se produce cuando un atributo lineal rompe el paisaje y lo fragmenta hacia las afueras de la línea (e.g.: una carretera, el tendido eléctrico, etc.) (Sarmiento 2001).
- Alteración en las características del hábitat
- a. Reducción de la productividad y de hábitat: Esta reducción se da como producto de varios efectos:
- *Efecto de secado* (EdS): La continua disminución de la capa de agua subterránea por efecto de la impermeabilización de la superficie por obras de alcantarillado y pavimentación, de manera que el agua de lluvia se recolecta y se la canaliza a otros sitios o ríos, sin permitir el recargo de la capa freática (Sarmiento 2001).
 - *Efecto de depleción* (ED): Disminución en la tasa de inmigración en las islas, que resulta en un incremento de las especies residentes en las mismas, lo que implica una reducción de la variabilidad genética y la heterocigosidad (Sarmiento 2001).

- *Efecto cascada* (EC): Cuando un proceso encuentra un punto en el cual un ligero disturbio genera un cambio instantáneo de funcionamiento en el sistema, el cual genera a su vez nuevos y cada vez más complejos cambios, que, a través del tiempo, llegan a ser fatales para el equilibrio del sistema (Sarmiento 2001).
- b. Interucción de flujos de energía y nutrientes: Entendida como:
- *Fragmentación* (F): Fenómeno espacial, a escala de paisaje, que promueve la discontinuidad del hábitat. Ahora se aplica a toda escala en cualquier dominio (espacial y temporal) en donde la interrupción de la continuidad se ha hecho evidente (e.g.: al deforestar para sembrar potreros se bloquea completamente la continuidad del bosque y se abren brechas totalmente distintas a la matriz, generando el conocido patrón de mosaico en forma de “tablero de ajedrez” en el paisaje) (Dodson & Gentry 1991; Sarmiento 2001; Crespo 2014), en este caso el tipo de fragmentación es:
 - Divisiva: aquella que se produce cuando un atributo lineal rompe el paisaje y lo fragmenta hacia las afueras de la línea (e.g.: una carretera, el tendido eléctrico, etc.) (Sarmiento 2001).
- Interferencias de movimientos
- a. Bloqueo de acceso a hábitats de alimento: Entendida como:
- *Fragmentación* (F): Fenómeno espacial, a escala de paisaje, que promueve la discontinuidad del hábitat; se aplica ahora a toda escala en cualquier dominio (espacial y temporal) en donde la interrupción de la continuidad se ha hecho evidente (Dodson & Gentry 1991; Sarmiento 2001; Crespo 2014), en este caso el tipo de fragmentación es:
 - Divisiva: aquella que se produce cuando un atributo lineal rompe el paisaje y lo fragmenta hacia las afueras de la línea (e.g.: una carretera, el tendido eléctrico, etc.) (Sarmiento 2001).
 - *Fragmentación poblaciones fauna – Metapoblaciones* (FPF): Unidades demográficas que se encuentran separadas por efectos de fragmentación de hábitat y pérdida de hábitat. Estas poblaciones no pueden ser mantenidas permanentemente, en la que la dinámica colonización- extinción se evidencia periódicamente. (Sarmiento 2001).
 - *Reducción ocupación hábitats* (ROH): La ocupación es la probabilidad de ocurrencia de una especie en un sitio determinado, el mismo que está relacionado a variables físicas, químicas y biológicas de ese sitio. Si estas variables son alteradas la

probabilidad de ocupación de una especie podrían reducirse (Bailey & Adams 2005; MacKenzie et al. 2006; Bailey et al. 2014).

- Muerte o daños por sustancias tóxicas
 - a. *Defaunación (D)*: Proceso de eliminación sistemática de algún grupo o grupos de animales (Sarmiento 2001). Esta defaunación puede ser directa, cuando se trata de la destrucción de la fauna por medio de la actividad humana sin ser específicamente orientada a la destrucción de los animales (Sarmiento 2001).
 - b. *Reducción ocupación hábitats (ROH)*: La ocupación es la probabilidad de ocurrencia de una especie en un sitio determinado, el mismo que está relacionado a variables físicas, químicas y biológicas de ese sitio. Si estas variables son alteradas la probabilidad de ocupación de una especie podrían reducirse (Bailey & Adams 2005; MacKenzie et al. 2006; Bailey et al. 2014).

4) Social: Consideran los aspectos relacionados a posibles afectaciones hacia la población a consecuencia de la ejecución del proyecto.

- 4.1) *Exposición al Proyecto:* Esto se refiere a la opción que tienen terceros de generar denuncias / demandas de carácter ambiental por afectaciones bien a derechos de personas o derechos de la naturaleza. Estas denuncias / demandas incluirían al Estado y se llevarían de manera independiente en el Sistema Judicial del Ecuador.
- 4.2) *Generación Empleo:* Este factor evalúa la capacidad de generación de empleo que una opción puede diferenciarse de otra opción.
- 4.3) *Alteración de los recursos arqueológicos:* Está directamente asociada al proceso de movimiento de tierras que se desarrollará para la implementación y operación del proyecto minero.

C. Ponderación de la importancia de los factores de decisión

Para el proyecto minero La Plata, los valores de los factores de decisión se han determinado en función de la aplicación de la técnica de pares combinados jerarquizados desarrollada por Dean y Nishry (1965) descrita por Canter Larry en su libro Manual de Evaluación de Impacto Ambiental.

Esta técnica consiste en considerar cada factor relativo a cada uno de los demás factores – sobre una base de pares – y asignar un valor de 1 al factor que se considere más importante y un valor de 0 al otro factor. La asignación de un 0 miembro de un par no quiere decir que no tenga ninguna importancia; simplemente quiere decir que en el par considerado posee menor importancia. Se ha incluido un factor tonto, esto para establecer la asignación neta de un valor de 0 a cualquiera de los factores básicos. El factor tonto se define como aquel factor que, en todos los pares en los que participe, es el menos importante de los dos. Si dos factores se consideran de igual importancia, se asigna un valor de 0,5 a cada factor del par.

D. Jerarquización entre alternativas

Las alternativas son comparadas entre sí valorando a la más deseable (menor impacto respecto al criterio de decisión) con una puntuación 10; a la menos deseable (mayor impacto respecto al criterio de decisión) con una puntuación de 1; y, si entre las alternativas no existe una diferenciación clara para ser definida como la más deseable o la menos deseable, las dos son calificadas con una puntuación de 5. Esto se presentan en el cuadro 8.2-2: Valoración de Impactos Potenciales.

Cuadro 8.2-2: Valoración de Impactos Potenciales	
Jerarquización	Valor
Menos deseable	1
Neutra	5
Más deseable	10
Fuente: ESSAM, 2022	

E. Valoración cuantitativa de alternativas

Una vez definidos y jerarquizados los Factores de Decisión y definidas las alternativas se puede realizar un análisis de compensación o trade-off. Para este análisis cuantitativo se utiliza el sistema de ponderación jerarquización descrita, en el que el peso de la importancia de cada factor de decisión se multiplica por la puntuación o valor de la escala de cada alternativa y el producto resultante de cada alternativa se acumula entonces para desarrollar un índice compuesto de cada alternativa. La alternativa con el mayor puntaje de su cuantificación es la que se selecciona para que conforme el Proyecto.

De esta forma aplicando la metodología descrita, se obtendrá la alternativa técnica-ambiental – social– económica con el menor grado de Impactos Potenciales.

8.3 Desarrollo

8.3.1 Asignación pesos importancia factores de decisión por alteración de la cantidad y calidad hábita (componente biótico)

Acorde a la metodología de jerarquización de pares comparados se procede a realizar evaluación individuales para la alteración del hábitat terrestre y para el hábitat acuático. Considerando las definiciones descritas.

- Alteración de hábitat terrestre:
 - ✓ Pérdidas directas de hábitat
 - ✓ Alteración de las características del hábitat
 - ✓ Interferencia de movimientos
 - ✓ Muerte o daños por sustancias tóxicas
 - ✓ Factor ingenuo

- Alteración de hábitat acuático:
 - ✓ Pérdidas directas de hábitat
 - ✓ Alteración de las características del hábitat
 - ✓ Interferencia de movimientos
 - ✓ Muerte o daños a peces o a huevos
 - ✓ Factor ingenuo

Estas evaluaciones se presentan en los cuadros 8.3-1 y 8.3-2.

Cuadro 8.3.1: Asignación del peso de importancia mediante técnica de pares comparados de los factores de decisión

1.1		Alteración de hábitat terrestre										Suma	Peso relativo	%
1.1.1	Pérdidas directas de hábitat	1	1	0.5	1							3.5	0.35	35.00
1.1.2	Alteración características hábitat	0				0.5	0.5	1				2	0.20	20.00
1.1.3	Interferencia de movimientos		0			0.5			0.5	1		2	0.20	20.00
1.1.4	Muerte o daños por sustancias tóxicas			0.5			0.5		0.5		1	2.5	0.25	25.00
	Factor tonto				0			0		0	0	0	0.00	0.00
		1.1.1/1.1.2	1.1.1/1.1.3	1.1.1/1.1.4	1.1.1/FI	1.1.2/1.1.3	1.1.2/1.1.4	1.1.2/FI	1.1.3/1.1.4	1.1.3/FI	1.1.4/FI			
		<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas directas de hábitat, (eliminación de hábitat críticos) es superior a la alteración características hábitat por causar la desaparición de la estructura del bosque (sustratos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas directas de hábitat (eliminación de hábitat críticos) es superior a Interferencia de movimientos por causar fragmentación divisiva del hábitat y fragmentación de poblaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas directas de hábitat (eliminación de hábitat críticos) es igual a Muerte o daños por sustancias tóxicas por causar defaunación directa, indirecta y reduce la probabilidad de ocupación de hábitat 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración características hábitat (alteración en la composición de las comunidades) es igual a Interferencia de movimientos ya ambas causar alteración en la composición de las comunidades por efectos borde, depresión y efecto cascada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración características hábitat (alteración en la composición de las comunidades) es igual a Muerte o daños por sustancias tóxicas, por ser consecuencia directa de la alteración del hábitat. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia de movimientos (bloqueo de acceso a hábitats críticos) es igual a Muerte o daños por sustancias tóxicas, por ser una consecuencia directa de la fragmentación del hábitat, fragmentación y aislamiento de poblaciones de flora y fauna. 	-	-			

Cuadro 8.3.12: Asignación del peso de importancia mediante técnica de pares comparados de los factores de decisión

1.2	Alteración de hábitat acuático										Suma	Peso relativo	%	
1.2.1	Pérdidas directas de hábitat	1	1	0.5	1							3.5	0.35	35.00
1.2.2	Alteración características hábitat	0				0.5	0.5	1				2	0.20	20.00
1.2.3	Interferencia de movimientos		0			0.5			0.5	1		2	0.20	20.00
1.2.4	Muerte o daños a peces o a huevos			0.5				0.5			1	2.5	0.25	25.00
	Factor tonto				0			0		0	0	0	0.00	0.00
		1.2.1/1.2.2	1.2.1/1.2.3	1.2.1/1.2.4	1.2.1/FI	1.2.2/1.2.3	1.2.2/1.2.4	1.2.2/FI	1.2.3/1.2.4	1.2.3/FI	1.2.4/FI			
		<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas directas de hábitat, (eliminación de hábitat críticos) es superior a la alteración características hábitat por causar la desaparición de la estructura del bosque (sustratos) y permitir desecamiento de fuentes hídricas por exposición y filtración 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas directas de hábitat (eliminación de hábitat críticos) es superior a Interferencia de movimientos por causar fragmentación divisiva del hábitat, fragmentación de poblaciones (en estos estero no aplica la migración). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdidas directas de hábitat (eliminación de hábitat críticos) es igual a Muerte o daños a pece o a huevos por causar defaunación directa, indirecta y reduce la probabilidad de ocupación de hábitat de peces 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración características hábitat (alteración en la composición de las comunidades) es igual a Interferencia de movimientos ya ambas causar alteración en la composición de las comunidades de peces por efectos desecación, deplesión y efecto cascada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración características hábitat (alteración en la composición de las comunidades) es igual a Muerte o daños a pece o a huevos, por ser consecuencia directa de la alteración del hábitat acuático. 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Interferencia de movimientos (bloqueo de acceso a hábitats críticos) es igual a Muerte o daños a pece o a huevos, por ser una consecuencia directa de la fragmentación del hábitat, fragmentación y aislamiento de poblaciones de peces. 	-	-			

8.3.2 Asignación pesos importancia factores de decisión

Para el desarrollo de la asignación de importancia de los factores de decisión acorde a la metodología descrita se realiza el análisis de pares comparados jerarquizados. Esta evaluación es realizada en el cuadro 8.3-3.

Cuadro 8.3-1: Peso de Factor de Decisión (Económico - Ambiental – Socioeconómico)

Factor de Decisión	Asignación del peso																												Suma	Peso (%)						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28								
1. Técnico																														12,66						
1.1 Criterios Técnicos / Factibilidad	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1																						10	12,66
2. Económico																													0	22,78						
2.1 Implementación	0																												11	13,92						
2.2 Operación - mantenimiento	0																												7	8,86						
3. Ambiental																													0	36,71						
3.1 Alteración componente aire	0																												2	2,53						
3.2 Alteración componente agua	1																												10	12,66						
3.3 Alteración componente suelo	0																												3	3,80						
3.4 Consumo de recursos naturales	0																												7	8,86						
3.5 Alteración de la cantidad y calidad hábitat																														---						
3.5.1 Alteración hábitat terrestre																																				
- Pérdidas directas de hábitat (1,77%)																																				
- Alteración características hábitat (1,01%)	0																												4	5,06						
- Interferencia de movimientos (1,01%)																																				
- Muerte o daños por sustancias tóxicas (1,27%)																																				
3.5.2 Alteración hábitat acuático																																				
- Pérdidas directas de hábitat (1,33%)																																				
- Alteración características hábitat (0,76%)	0																												3	3,80						
- Interferencia de movimientos (0,76%)																																				
- Muerte o daños a peces o a huevos (0,95%)																																				
4. Socioeconómico																													0	27,85						
4.1 Exposición al Proyecto	0																												10	12,66						
4.2 Generación Empleo	0																												5	6,33						
4.3 Alteración de los recursos arqueológicos	1																												7	8,86						
Factor Tonto	0																												0	---						
TOTAL																													79	100,00						

8.3.3 Definición de Alternativas

Las opciones de alternativas analizadas para llevar a cabo el proyecto en mención son variantes técnicas y económicamente factibles, a las cuales se considera su factibilidad socioambiental, en cumplimiento con la normativa ambiental vigente.

De la identificación y descripción de los principales impactos ambientales se encuentran los relacionados con alteración en la calidad de los componentes aire, agua y suelo; modificaciones del paisaje; remoción cobertura vegetal; y, en los aspectos sociales como el de expectativas de la población y la de provisión de mano de obra, con estos resultados y la incorporación de los aspectos técnicos y económicos desarrollados para el proyecto a través del estudio de alternativas y el trade off de tecnologías de disposición de relaves se plantean las diferentes alternativas para el proyecto.

El análisis toma en cuenta las diferentes opciones de ubicación de las obras de mayor envergadura (depósito de relaves, estación auxiliar de transferencia y escombreras), el material a usar como impermeabilizante, las distintas tecnologías que se emplean para la disposición de relaves, los métodos de explotación del mineral y, las opciones de fuentes de suministro de energía eléctrica.

A continuación, se definen las características o elementos que permiten diferenciar una alternativa de otra y que pueda representar una ventaja o desventaja en relación con los criterios de análisis.

a) Respecto a ubicación – Depósito de relaves

Se estudió para la ubicación del depósito de relaves cuatro (4) alternativas en diferentes unidades hidrográficas, estas son:

- *Alternativa a.1: Adyacente a la quebrada La Florida*
- *Alternativa a.2: Quebrada Alambique*
- *Alternativa a.3: Quebrada Guatuza*
- *Alternativa a.4: Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro*

Los parámetros que permitieron distinguirlas se describen en adelante. En el Mapa 8-1: Alternativas respecto a la ubicación de los depósitos de relaves filtrados del Anexo 15.1 Cartografía se visualizan las alternativas.

- *Condiciones de la cimentación, geodinámicas, manejo del agua en la zona de emplazamiento*

Todas las alternativas poseen condiciones similares de cimentación en sus sitios de emplazamiento: terreno firme a gran profundidad, que requiere una excavación profunda mayor a 3.0 m y tratamientos especiales como drenes y reemplazo de material.

Las condiciones geodinámicas de los sitios de emplazamiento de las alternativas propuestas son similares, todas se ubican en unidades hidrográficas con muy poca evidencia de flujo de sólidos.

Las alternativas a.1, a.2, a.3 se encuentran en pendientes moderadas a diferencia de la alternativa a.4 que se ubica en pendientes bajas. En todas las áreas de emplazamiento de las alternativas, no se presenta roca dura, al contrario, poseen suelo o material suelto.

- *Área de la microcuenca*

La alternativa a.1 tiene un área de la microcuenca entre 10 – 20 hectáreas, seguida de la alternativa a.3 que tiene entre 21 a 30 hectáreas y las alternativas a.2 y a.4 sus áreas de microcuenca están por encima de las 30 hectáreas.

- *Distancia de transporte de relaves*

- La alternativa a.1 se encuentra aproximadamente a 900 m de la planta de procesos
- La alternativa a.2 se encuentra a aproximadamente 500 m de la planta de procesos
- La alternativa a.3 se encuentra a aproximadamente 1000 m de la planta de procesos
- La alternativa a.4 se encuentra a aproximadamente 1200 m de la planta de procesos

- *Modificación del régimen hídrico de la quebrada*

Todas las alternativas tienen sus emplazamientos dentro de quebradas o cursos de agua intermitentes, de manera que el régimen hídrico en cierta medida se ve afectado por la envergadura y ubicación respecto a los cursos hídricos existentes naturalmente. En este sentido, todas las alternativas requieren del desvío del régimen hídrico con descarga aguas abajo/arriba de la misma quebrada.

- *Área de la quebrada ocupada*

El área afectada de la quebrada o microcuenca por la infraestructura propuesta en cada alternativa corresponde a:

- Menos del 5 % de la quebrada para la alternativa a.1

- De 5 a 10% de la quebrada para la alternativa a.3 y a.4.
- Entre el 11 y el 15 % de la quebrada para la alternativa a.2

- *Área disturbada*

El área disturbada es el total de área que ocupa el depósito de relaves y que va a ser alterada dada la envergadura de este componente del proyecto, el suelo en toda el área de estudio es usado con fines agropecuarios y bosque nativos. El área disturbada de cada alternativa es:

- 68 800 m² para la alternativa a.1
- 79 800 m² para la alternativa a.2
- 67 800 m² para la alternativa a.3
- 70 000m² para la alternativa a.4

- *Volumen del dique de arranque*

- 122 700 m³ para la alternativa a.1
- 43 600 m³ para la alternativa a.2
- 51 700 m³ para la alternativa a.3
- 111 000 m³ para la alternativa a.4

- *Distancia de la población más cercana*

Las Minas es el centro más cercano al proyecto dadas las implicaciones que tiene la construcción del depósito de relaves por su tamaño puede tener interferencia directa con esta población. Las distancias en cada alternativa son:

- 0.6 a 1 km para las alternativas a.1 y a.4
- Menor a 0.2 km para las alternativas a.2 y a.3

b) Respecto a ubicación – Escombrera (WRF)

Se estudió para la ubicación de la escombrera tres (3) alternativas, estas son:

- *Alternativa b.1: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras*
- *Alternativa b.2: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras*
- *Alternativa b.3: Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras*

Los aspectos que permitieron distinguirlas se describen en adelante. Los parámetros que permitieron distinguirlas se describen en adelante. En el Mapa 8-2: Alternativas respecto a la ubicación de las escombreras del Anexo 15.1 Cartografía se visualizan las alternativas.

- *Condiciones de la cimentación*

Todas las alternativas poseen condiciones similares de cimentación en sus sitios de emplazamiento: terreno firme a gran profundidad, que requiere una excavación profunda mayor a 3.0 m y tratamientos especiales como drenes y reemplazo de material.

- *Condiciones geodinámicas*

Las condiciones geodinámicas de los sitios de emplazamiento de las alternativas b.1 y b.2 propuestas son similares, se ubican en áreas de la unidad hidrográfica con muy poca evidencia de flujo de sólidos; mientras que la alternativa b.3 en áreas de la unidad hidrográfica sin evidencia de flujo de sólidos.

- *Manejo del agua en la zona de emplazamiento*

Las tres alternativas presentan pendientes moderadas y roca suelta/ blanda en las zonas donde se construirán las obras de drenaje para el emplazamiento de cada alternativa.

- *Área de la unidad hidrográfica*

Las alternativas b.1 y b.3 tienen un área de la unidad hidrográfica < a 2,5 hectáreas y la alternativa b.2 entre 5,1 y 7,5 hectáreas, que se refiere al área de aporte aguas arriba de la ubicación de la alternativa, esta producirá los caudales de escorrentía hacia la escombrera.

- *Construcción de accesos a la zona de la obra*

La alternativa b.1 tiene una longitud aproximada de construcción de acceso de 0,5 a 1.0 km mientras que las alternativas b.2 y b.3 se proyecta una longitud menor a 0,5 km.

- *Distancia de transporte de roca estéril*

Corresponde la distancia a la que se transportará la roca estéril desde las galerías hasta la escombrera.

- La alternativa a.1 se encuentra a aproximadamente 1 km de las labores mineras
- La alternativa a.2 se encuentra a aproximadamente 0,7 km de las labores mineras

- La alternativa a.3 se encuentra a aproximadamente 0,2 km de las labores mineras

- *Modificación del régimen hídrico de la quebrada*

Las alternativas b.1 y b.2 requieren para su emplazamiento el desvío del régimen hídrico con descarga aguas abajo/arriba de la misma quebrada, mientras que la alternativa b.3 no requiere de la perturbación del régimen hídrico.

- *Área de la quebrada ocupada*

El área afectada de la quebrada o unidad hidrográfica por la infraestructura propuesta en cada alternativa corresponde a:

- *Menos del 2,5 % de la quebrada para la alternativa b.1*
- *De 2,5 a 5 % de la quebrada para las alternativas b.2 y b.3.*

- *Área disturbada*

El área disturbada es el total de área que ocupa la escombrera y que va a ser alterada dada la envergadura de este componente del proyecto, el suelo en toda el área de estudio es usado con fines agropecuarios y bosque nativos. El área disturbada de cada alternativa es:

- *22 500 m² para la alternativa b.1*
- *54 500 m² para la alternativa b.2*
- *32 500 m² para la alternativa b.3*

- *Volumen del dique de arranque*

- *26 400 m³ para la alternativa b.1*
- *48 600 m³ para la alternativa b.2*
- *28 500 m³ para la alternativa b.3*

- *Distancia de la población más cercana*

Las Minas es el centro más cercano al proyecto dadas las implicaciones que tiene la construcción de la escombrera por su tamaño puede tener interferencia directa con esta población. Las distancias en cada alternativa son:

- *De 0,2 a 0,5 km para las alternativas b.1 y b.2*
- *Menor a 0,2 km para la alternativa b.3*

c) Respecto a ubicación – Estación auxiliar de transferencia

Se estudió para la ubicación de la estación auxiliar de transferencia tres (3) alternativas, estas son:

- *Alternativa c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves*
- *Alternativa c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves*
- *Alternativa c.3: Quebrada Estero Alambique*

Los aspectos que permitieron distinguirlas se describen en adelante. Los aspectos que permitieron distinguirlas se describen en adelante. Los parámetros que permitieron distinguirlas se describen en adelante. En el Mapa 8-3: Alternativas respecto a la ubicación de la estación auxiliar de transferencia del Anexo 15.1 Cartografía se visualizan las alternativas.

- *Condiciones de la cimentación*

Todas las alternativas poseen condiciones similares de cimentación en sus sitios de emplazamiento: terreno firme a gran profundidad, que requiere una excavación profunda mayor a 3.0 m y tratamientos especiales como drenes y reemplazo de material.

- *Condiciones geodinámicas*

Las condiciones geodinámicas de los sitios de emplazamiento de las alternativas propuestas son similares, se ubican en áreas de la unidad hidrográfica con muy poca evidencia de flujo de sólidos.

- *Manejo del agua en la zona de emplazamiento*

Las tres alternativas presentan pendientes moderadas y suelo o material suelto en las zonas donde se construirán las obras de drenaje para el emplazamiento de cada alternativa.

- *Área de la unidad hidrográfica*

Las alternativas c.1 y c.2 tienen un área de la unidad hidrográfica entre 2,5 y 5 hectáreas y, la alternativa c.3 mayor a 7,5 hectáreas, que se refiere al área de aporte aguas arriba de la ubicación de la alternativa, esta producirá los caudales de escorrentía hacia la estación auxiliar de transferencia.

- *Construcción de accesos a la zona de la obra*

La alternativa c.1 tiene una longitud aproximada de construcción de acceso de 0,5 a 1.0 km mientras que las alternativas c.2 y c.3 se proyecta una longitud menor a 0,5 km.

- *Distancia de transporte de relaves*

Corresponde la distancia a la que se transportarán los relaves desde la planta de procesos.

- La alternativa c.1 se encuentra a aproximadamente 0,95 km de la planta de procesos
- La alternativa c.2 se encuentra a aproximadamente 0,6 km de la planta de procesos
- La alternativa c.3 se encuentra a aproximadamente 0,7 km de la planta de procesos

- *Modificación del régimen hídrico de la quebrada*

Las tres alternativas requieren para su emplazamiento el desvío del régimen hídrico con descarga aguas abajo/arriba de la misma quebrada para su emplazamiento.

- *Área de la quebrada ocupada*

El área afectada de la quebrada o unidad hidrográfica por la infraestructura propuesta en cada alternativa corresponde a:

- De 1 a 2 % de la quebrada para la alternativa c.1
- De 2,1 a 3 % de la quebrada para la alternativa c.2
- Mayor a 3 % de la quebrada para las alternativas c.3

- *Área disturbada*

El área disturbada es el total de área que ocupa la escombrera y que va a ser alterada dada la envergadura de este componente del proyecto, el suelo en toda el área de estudio es usado con fines agropecuarios y bosque nativos. El área disturbada de cada alternativa es:

- 13 100 m² para la alternativa c.1
- 35 300 m² para la alternativa c.2
- 30 600 m² para la alternativa c.3

- *Volumen del dique de arranque*

- 54 700 m³ para la alternativa c.1
- 70 800 m³ para la alternativa c.2
- 56 000 m³ para la alternativa c.3

- *Distancia de la población más cercana*

Las Minas es el centro más cercano al proyecto dadas las implicaciones que tiene la construcción de la escombrera por su tamaño puede tener interferencia directa con esta población. Las distancias en cada alternativa son:

- De 0,6 a 1 km para las alternativas c.1 y c.2
- De 0,2 a 0,5 km para la alternativa c.3

d) Respecto a tecnología – Material a usar como impermeabilizante

Se define a continuación las características más relevantes de las alternativas para la selección del material a usar como capa de impermeabilización en el vaso de los depósitos de relaves, escombreras y estación auxiliar de transferencia.

De acuerdo con el Anexo II del "Instructivo para la Aprobación de Proyectos de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Depósitos de Relave para la Mediana y Gran Minería", contempla lo siguiente:

- En el ítem Requisito 7.2 Diseños Requeridos indica que como parte del diseño se debe presentar el "Sistema de impermeabilización del vaso y parte interna del talud aguas arriba de la presa, muros, diques, piscinas, canaletas a construir".
- En el ítem Requisito 7.3. Descripción e Ilustración de las Características Especiales de Diseño indica que se debe presentar el "Sistema de impermeabilización del fondo del vaso y su sistema de captación de las infiltraciones si se requiere y su disposición final".

Bajo la normativa expuesta, la evaluación se realizó con la comparación de las alternativas:

- *Alternativa d.1: Geomembrana*
- *Alternativa d.2: Arcilla e=0,30 m*
- *Alternativa d.3: Arcilla e=1,00 m*

Dado que las condiciones del terreno para el depósito de relaves, escombrera y estación auxiliar son semejantes en cuanto a condiciones de cimentación y pendientes se tomó en consideración para el análisis los aspectos constructivos, económicos y ambientales.

La información para este análisis se basa en el Estudio de Alternativas elaborado por SINCO, donde se detalla que para los aspectos económico y constructivo fue tomada un área referencial y el aspecto ambiental empleó un modelo conceptual de infiltración para simular

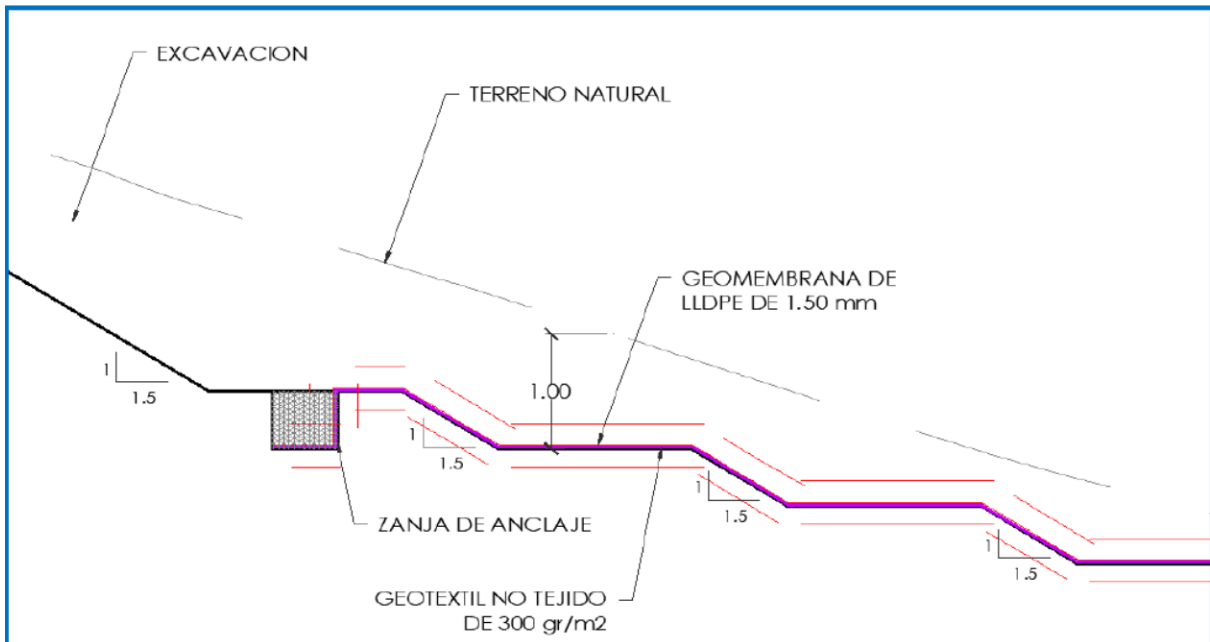
el comportamiento de las redes de flujo de las redes de infiltración en cada uno de los componentes analizados. En adelante, se detallan las particularidades de cada alternativa.

- *Alternativa d.1: Geomembrana*

La alternativa 01, contempla una capa impermeabilizante con el uso de geosintéticos, en este caso el uso de una capa de geotextil no tejido de 300gr/m² como capa separadora del suelo y directamente sobre esta una capa de Geomembrana LLDPE de 1.50 mm.

En esta alternativa los taludes de corte serán como máximo de 1.5H: 1V, lo cual permite que los cortes en el terreno natural sean de un espesor máximo de 1.00 metro que corresponde con el espesor de la capa vegetal encontrada en la zona (Ver figura 8.3-1).

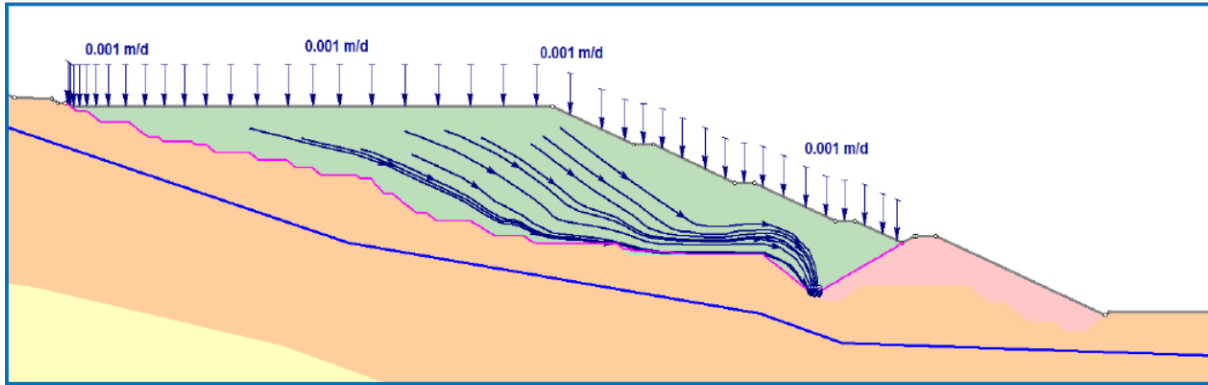
Gráfico 8.3-2.1 Impermeabilización con geomembrana LLDPE 1.50 mm lisa



Fuente: (SINCO, agosto 2021)

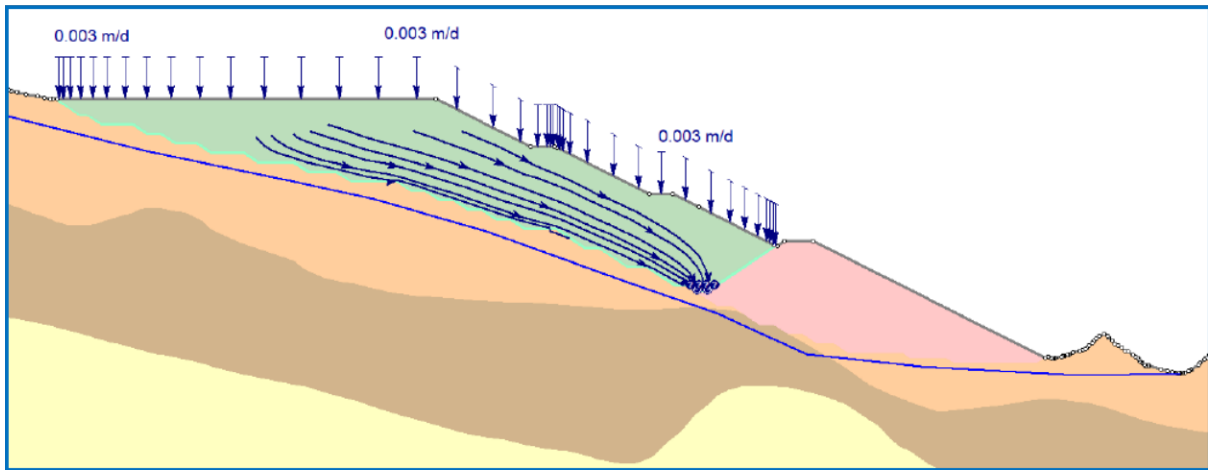
Resultado del modelamiento del comportamiento de la infiltración en cada uno de los componentes en análisis en todos los casos la geomembrana no permite que el flujo atravesara este material, por lo que las aguas de infiltración van direccionadas directamente a la zona del sub-dren y en la estación auxiliar de transferencia el agua se mantiene confinada dentro del vaso de almacenamiento, como se muestra en las figuras a continuación.

Gráfico 8.3-2.2 Redes de flujo obtenidas en el depósito de relaves con geomembrana



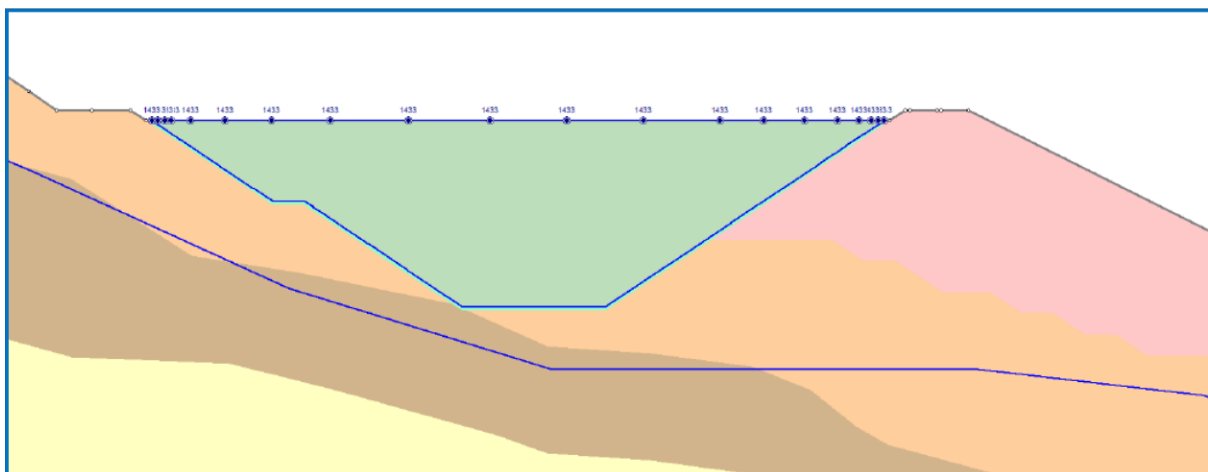
Fuente: (SINCO, agosto 2021)

Gráfico 8.3-2.3 Redes de flujo obtenidas en la escombrera con geomembrana



Fuente: (SINCO, agosto 2021)

Gráfico 8.3-2.4 Redes de flujo obtenidas en la estación auxiliar de transferencia con geomembrana



Fuente: (SINCO, agosto 2021)

El costo obtenido para un área referencial de 60 000 m² es de \$ 769 575 este incluye la adecuación de la cimentación, el suministro y la instalación de geotextil no tejido de 300 g/m², el suministro y la instalación de geomembrana LLDPE 1,50 mm lisa y, la excavación y relleno de la zanja de anclaje.

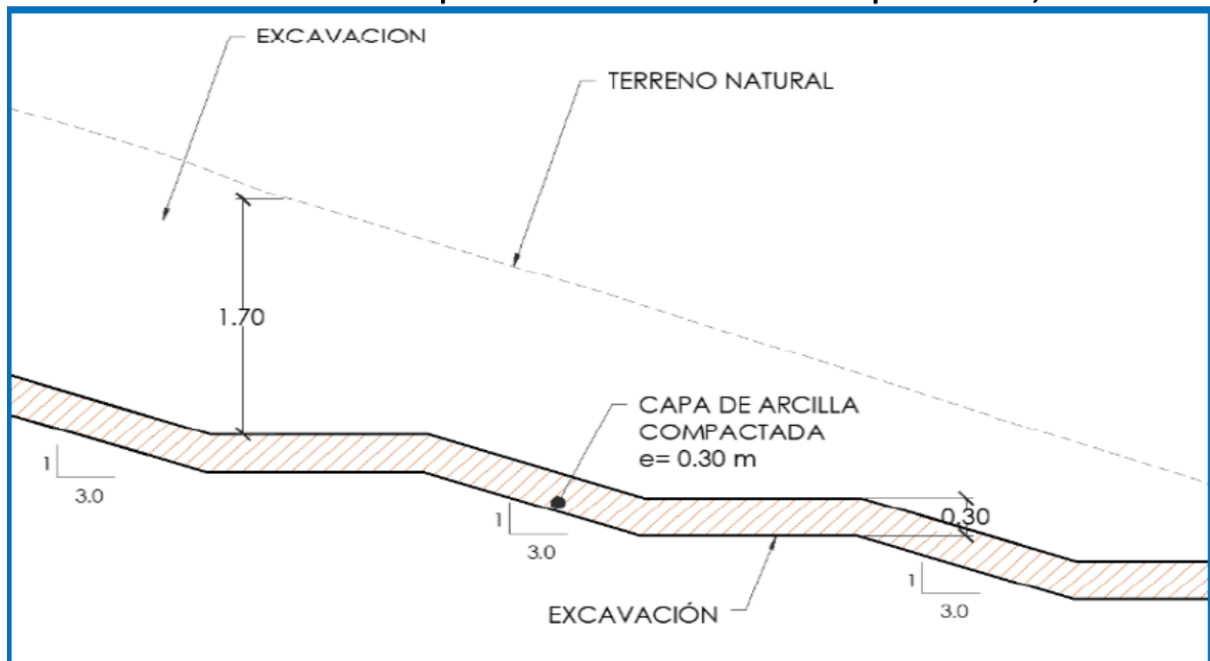
○ *Alternativa d.2: Arcilla compactada e =0,30 m*

La alternativa d.2 contempla el uso de una capa compactada de arcilla de e=0.30m como capa impermeabilizante.

En esta alternativa los taludes de corte del terreno natural deberán ser de 3H: 1V, debido a que el material de impermeabilización debe ser compactado mecánicamente, por lo que los taludes deberán ser los menos inclinados posibles para permitir el paso del equipo de compactación.

Para la extracción y preparación del material (arcilla) se deberá preparar una plataforma de trabajo para poder airear el material y reducir su % W para que pueda alcanzar el nivel óptimo y ser transportado hasta el sector de trabajo.

Gráfico 8.3-2.5 Impermeabilización con arcilla compactada e=0,30 m

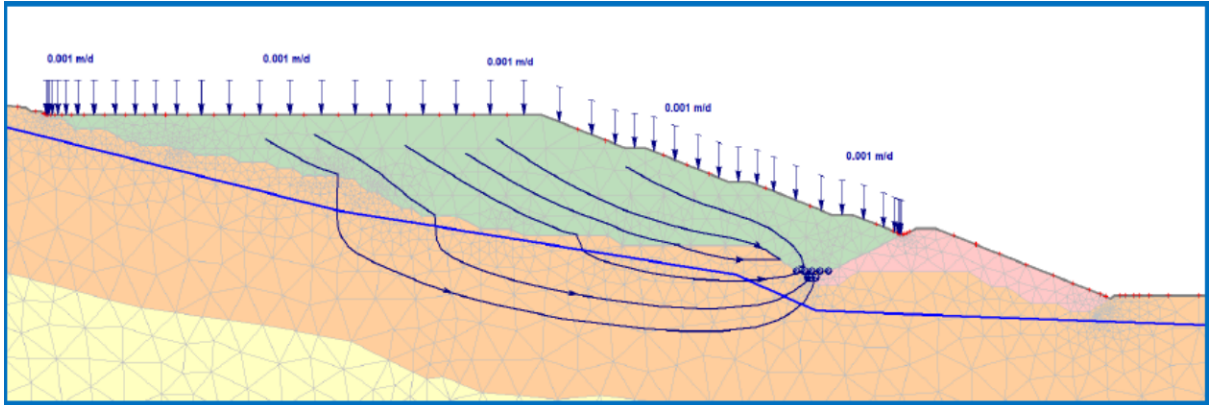


Fuente: (SINCO, agosto 2021)

Se realizó el modelamiento de las direcciones tomadas por el flujo bajo la condición de que el material debe ser compactado hasta alcanzar la permeabilidad del modelo, esta simulación refleja que existe la probabilidad que durante el tiempo de operación lleguen a infiltrar las aguas mezcladas con sustancias químicas producto del relave filtrado, roca de baja

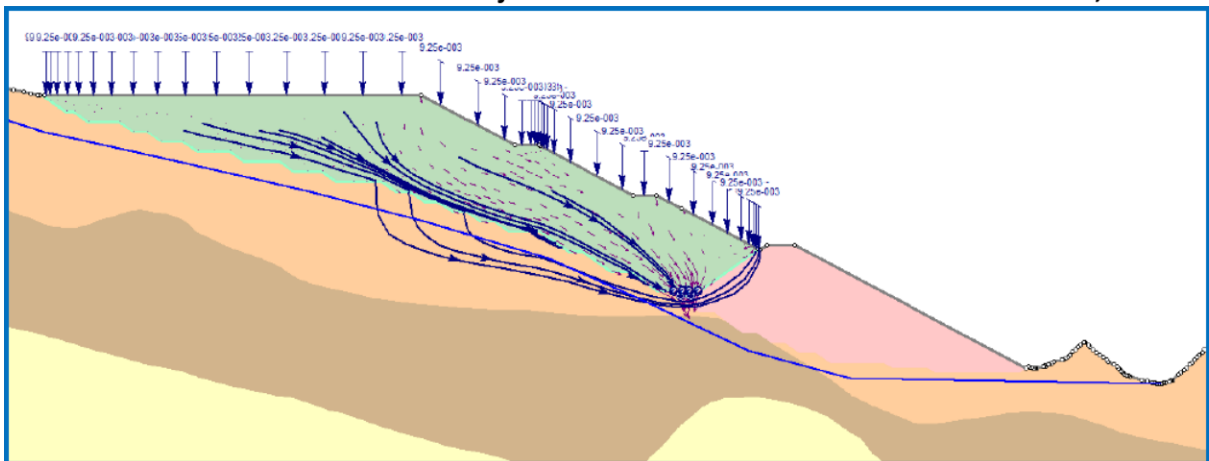
ley o relave en pulpa y se produzca posible afectación del nivel freático que se encuentra aproximadamente a 2.00 m de profundidad, mientras que en la poza de transferencia permitiría la infiltración del agua por el cuerpo del dique.

Gráfico 8.3-2.6 Redes de flujo obtenidas en el depósito de relaves con arcilla e=0,30 m



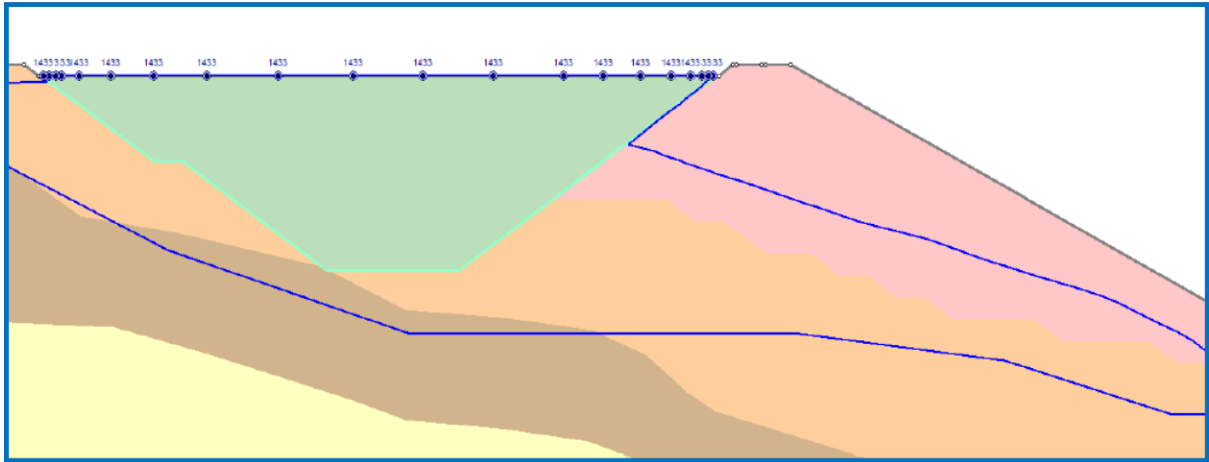
Fuente: (SINCO, agosto 2021)

Gráfico 8.3-2.7 Redes de flujo obtenidas en la escombrera con arcilla e=0,30 m



Fuente: (SINCO, agosto 2021)

Gráfico 8.3-2.8 Redes de flujo obtenidas en la estación auxiliar de transferencia auxiliar con arcilla e=0,30 m



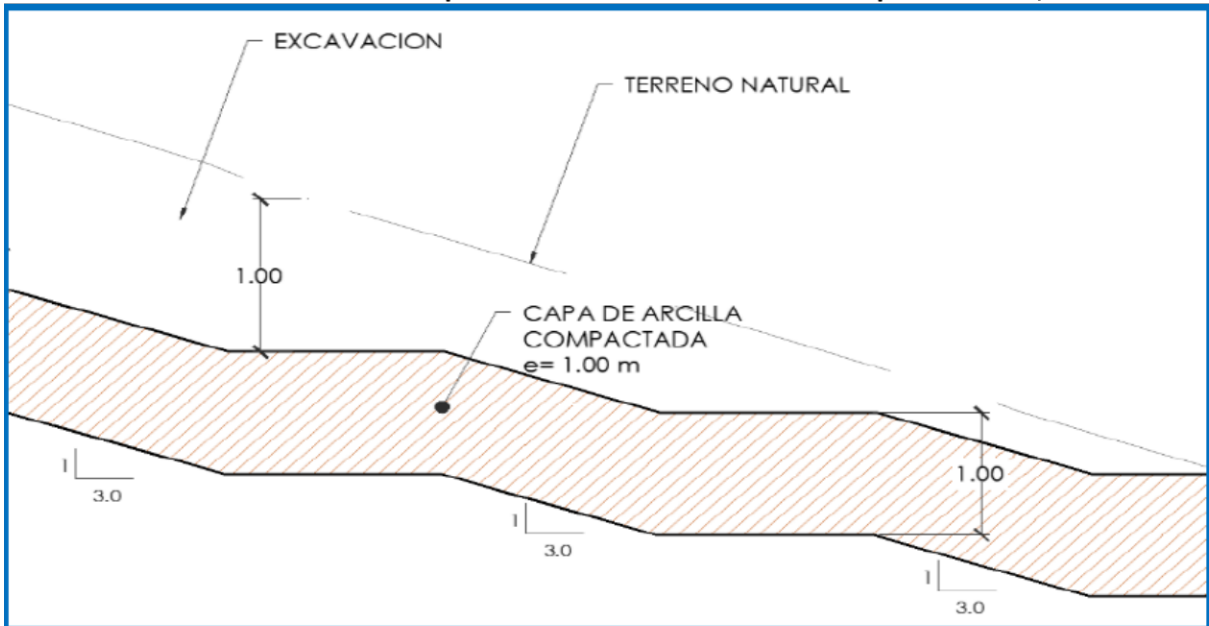
Fuente: (SINCO, agosto 2021)

El costo de la alternativa d.2 para un área referencial de 60 000 m² es de aproximadamente \$ 1 463 808, este incluye la adecuación de la cimentación, la explotación de cantera, la conformación de la plataforma de trabajo, el tratamiento o secado de material y la restauración del área afectada.

- *Alternativa d.3 Arcilla compactada e =1,0 m*

La alternativa d.3 contempla el uso de una capa compactada de arcilla de e=1.0m como capa impermeabilizante. Esta es similar a la alternativa d.2 variando el espesor de la arcilla a colocar. En la siguiente figura se detalla las características de los taludes, los espesores de excavación y el espesor del relleno con arcilla compactada.

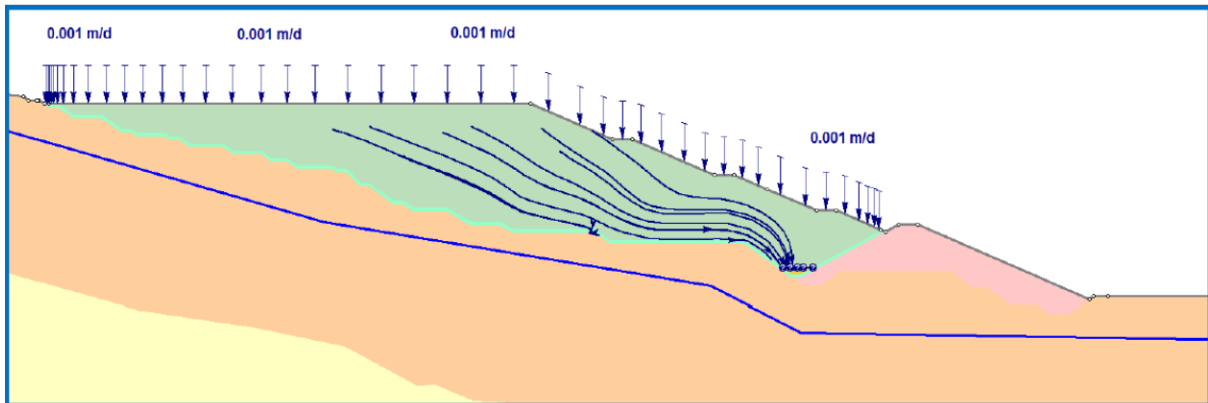
Gráfico 8.3-2.9 Impermeabilización con arcilla compactada e=1,0 m



Fuente: (SINCO, agosto 2021)

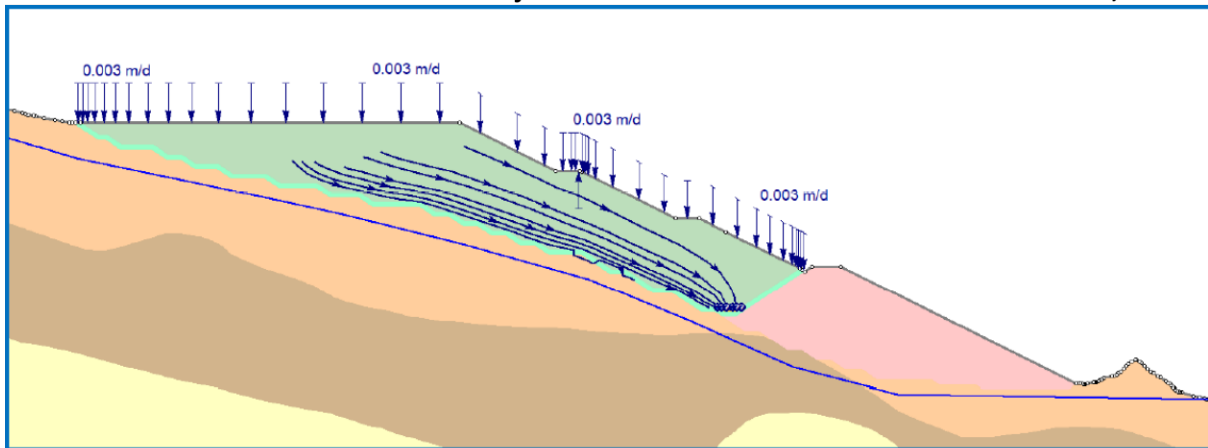
En la alternativa d.3, se deberá cumplir con las condiciones de compactación de la arcilla establecidas para el modelamiento del comportamiento de los flujos de infiltración. En las figuras a continuación, se aprecia que las líneas de flujo no infiltran a razón de que la arcilla tiene un espesor adecuado y una permeabilidad que no permiten el paso del flujo. Asimismo, no se observa contacto con el nivel freático, sin embargo, en la estación auxiliar de transferencia permitiría la infiltración a través del dique.

Gráfico 8.3-2.10 Redes de flujo obtenidas en el depósito de relaves con arcilla e=1,0 m



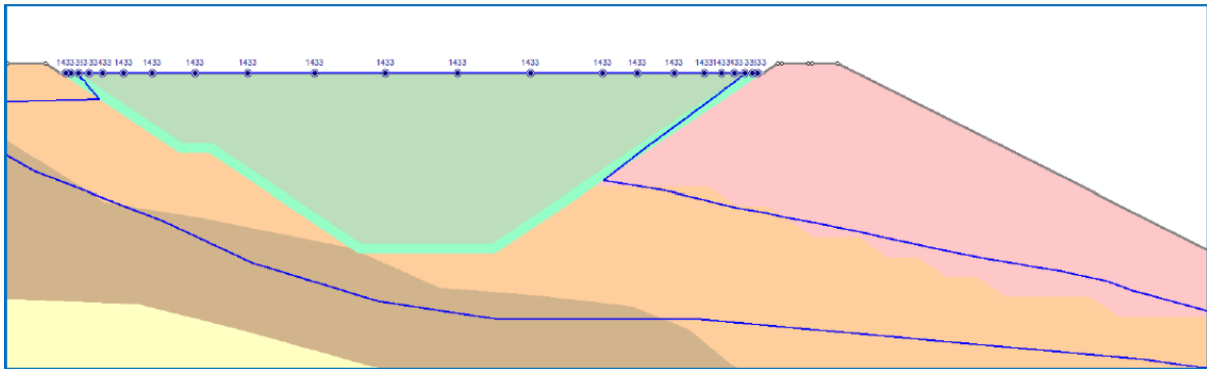
Fuente: (SINCO, agosto 2021)

Gráfico 8.3-2.11 Redes de flujo obtenidas en la escombrera con arcilla e=1,0 m



Fuente: (SINCO, agosto 2021)

Gráfico 8.3-2.12 Redes de flujo obtenidas en la estación auxiliar de transferencia con arcilla e=1,0 m



Fuente: (SINCO, agosto 2021)

El costo de la alternativa d.3 para un área referencial de 60 000 m² es de \$ 2 229 468, este incluye la adecuación de la cimentación, la explotación de cantera, la conformación de la plataforma de trabajo, el tratamiento o secado de material y la restauración del área afectada.

e) Respecto a tecnología – Disposición de relaves

Los tipos de tecnología que han sido analizados son:

- *Alternativa e.1: Relaves en pulpa “convencionales”*
- *Alternativa e.2: Relaves espesados*
- *Alternativa e.3: Relaves filtrados*

Las características principales de cada tecnología por alternativa se describen a continuación.

- *Alternativa e.1: Relaves en pulpa “convencionales”*
 - Los relaves que se producen en la planta pasan sobre espesadores “convencionales” (de gran capacidad) en donde el relave es derivado hacia la descarga de fondo y es enviada a un depósito de almacenamiento de relaves.
 - Los relaves de la descarga de fondo son transportados con tuberías por la acción de la gravedad y/o bombas centrífugas. Los relaves se transportan en concentraciones que van desde 30,0 a 35,0% de sólidos en peso, estos relaves son almacenados detrás de una presa de contención.
 - Conforme los sólidos se asientan a partir de la pulpa descargada se forma una playa de leve inclinación que se extiende desde el punto de descarga

inicial hasta la poza de decantación en la zona interna del depósito, donde el agua remanente de la pulpa se acumula para ser recirculada a la planta concentradora.

- En este tipo de deposición el material grueso se sedimenta primero y las partículas finas se sedimentan más alejadas de la playa y las más finas se sedimentan en la poza de decantación, dando lugar al modelo idealizado de segregación por tamaño y permeabilidad relativa.

Cuadro 8.3-2.1: Características de los relaves en pulpa “convencionales”	
Característica	Valor /unidad
Humedad relave	>75,0%
Relación peso / área disposición relave	0,75 m ² /ton
Capacidad recuperación agua	Nula
Capacidad infiltración agua	Alta
Afectación aguas abajo posible rotura presa	>11 km
Costo disposición	\$2 - \$4 / ton
Metodología de transporte	tubería a presión/tubería a gravedad
Fuente: (SINCO, octubre 2021)	

○ *Alternativa e.2: Relaves espesados*

- El procedimiento se basa en el bombeo de pulpa desde planta de proceso a la planta de espesamiento, a la cual ingresa la pulpa con 20-30% sólidos, al alcanzar viscosidad aumenta la concentración de sólidos y sale con 65 – 75%. De esta manera pueden disponerse los relaves en forma de un cono cuya pendiente será la que corresponde a la respectiva concentración de sólidos. No obstante, este tipo de depósito no requiere la construcción de un dique de contención. Por lo cual, se debe construir un pequeño terraplén algo alejado del borde exterior del depósito, el mismo, que sirve para contener un volumen para el depósito del agua desalojada por el relave, que es captada por un vertedero u otro dispositivo para ser bombeada y recirculada. Este pequeño terraplén sirve a la vez para coleccionar las aguas lluvias y conducir las hacia cauces naturales.
- Las pulpas así concentradas tienen un ángulo de reposo de 6%, su escurrimiento por tubería desde el concentrador hasta el vértice del cono implica una pérdida de carga hidráulica superior a dicho 6% en forma que una conducción, por ejemplo, a 2 Km., significaría una pérdida de energía

del orden de 150 m, lo que resultaría muy costoso si el relave debe ser bombeado.

Cuadro 8.3-2.2: Características de los relaves espesados

Característica	Valor /unidad
Humedad relave	35 % - 74%
Relación peso / área disposición relave	0,65 m ² /ton
Capacidad recuperación agua	30% - 50%
Capacidad infiltración agua	Media
Afectación aguas abajo posible rotura presa	6 – 10 km
Costo disposición	\$5 - \$8 / ton
Metodología de transporte	tubería a presión/tubería a gravedad
Fuente: (SINCO, octubre 2021)	

○ *Alternativa e.3: Relaves filtrados*

- El proceso de deposición incluye el uso de técnicas de filtrado para retirar la mayor cantidad de agua de los relaves antes de que estos sean transportados hacia el área de disposición. Generalmente, la planta de filtrado se ubica cerca o en el área de la planta de procesos, y los materiales de relaves provenientes del proceso de filtrado, por lo general tienen un porcentaje de humedad que oscila entre el 10 y 13%. Posteriormente, estos materiales son llevados hacia el depósito de relaves utilizando un sistema de transporte (faja transportadora o camiones); estos relaves parcialmente saturados son depositados en capas conformando bancos, detrás del dique de arranque construido.
- Los relaves deberán colocarse compactados en capas de 0.30 m controlando la densidad y el contenido de humedad de compactación. La densidad promedio de los relaves filtrados estará en el orden de 1.90 g/cm³. Estos relaves deberán ser monitoreados geotécnicamente.
- Los relaves serán apilados en el área de la planta de filtrado; para el transporte se utilizarán camiones de 30 toneladas de capacidad y serán estibados con un cargador frontal, luego serán transportados hasta la zona de almacenamiento; en donde serán extendidos con un tractor hasta alcanzar un valor cercano a la humedad óptima; posteriormente serán compactados hasta obtener la densidad mínima requerida.

Cuadro 8.3-2.3: Características de los relaves filtrados	
Característica	Valor /unidad
Humedad relave	<34%
Relación peso / área disposición relave	0,5 m ² /ton
Capacidad recuperación agua	>51%
Capacidad infiltración agua	Baja
Afectación aguas abajo posible rotura presa	0 – 5 km
Costo disposición	\$9 - \$12 / ton
Metodología de transporte	volquetas
Fuente: (SINCO, octubre 2021)	

f) Respecto al método de explotación

Los métodos de explotación evaluados son a cielo abierto y subterráneo. A continuación, se describen los principales aspectos considerados para su evaluación.

○ **Alternativa f.1:** *Explotación a cielo abierto*

- *Aspectos técnicos.* La explotación a cielo abierto considerará:

- La disposición del yacimiento y el recubrimiento e intercalaciones de material estéril.
- Relación estéril/mineral o ratio para la viabilidad económica de las explotaciones y, la profundidad posible de alcanzar por minería de superficie.
- El acceso al cuerpo mineralizado necesita de una mayor intervención sobre el terreno. **El proyecto requiere un tajo para el cuerpo mineralizado Sur de aproximadamente de 290 m de diámetro x 400 m de profundidad, para el cuerpo mineralizado Norte de aproximadamente de 400 m de diámetro x 400 m de profundidad, para el cuerpo mineralizado de Guatuzá de 220 m de diámetro x 400 m de profundidad.**
- Se demanda un mayor espacio para el almacenamiento de roca estéril.

- *Aspectos económicos*

- No se requiere una extensa red de túneles ni soportes estructurales lo que hace que este método sea más económico.
- Los camiones grandes pueden entrar en una mina a cielo abierto, lo que permite una transición más eficiente desde la extracción hasta su procesamiento.
- Los ahorros en infraestructura y mano de obra se trasladan al comprador de materiales extraídos y, eventualmente, al consumidor.

- *Aspectos ambientales*

- La eliminación de la sobrecarga destruye el paisaje preexistente y contribuye a

la erosión.

- Los productos químicos utilizados para el tratamiento de los minerales extraídos (por ejemplo, el cianuro que se utiliza para tratar el mineral de oro) a veces pueden fugarse en los sistemas de suelos y aguas circundantes.
 - Requieren numerosas vías y una infraestructura de producción o tratamiento.
 - Existe generación de ruido y polvo debido a la excavación.
 - Se requiere de grandes extensiones de terreno que después de la intervención quedan desconfiguradas por la acción mecánica.
 - Volúmenes mayores de generación de roca estéril lo que conlleva a la necesidad de mayor espacio para su acopio.
 - Producción de ondas aéreas por las explosiones de las voladuras, que son ondas de presión, que se propagan por el aire atenuándose con la distancia y generando vibraciones.
- *Aspectos sociales*
- Disminución del atractivo del paisaje
 - Perturbación a las comunidades (ruido, polvo)
- *Alternativa f.2: Explotación subterránea*
- *Aspectos técnicos.*
- Las minas subterráneas generalmente se utilizan para explotar mineralizaciones profundas de alta ley, por debajo de los 1000 m de profundidad, sin embargo, puede variar por las características del yacimiento.
 - Los terrenos de deben tener la competencia estructuralmente adecuada para trabajos subterráneos (no arena o grava).
 - Considerar el control o tratamiento del terreno una vez extraído el mineral.
 - La extracción de sobrecarga para obtener acceso al cuerpo mineralizado se mantiene al mínimo. El proyecto requiere los accesos a los portales:
 - Bocaminas Guatuzá: diámetro de 21 m x 70 m de profundidad (aproximadamente)
 - Bocamina Norte: diámetro 175 m x 70 m de profundidad (aproximadamente)
- *Aspectos económicos*
- Una mina subterránea es más compleja y generalmente más costosa por el desarrollo de las labores mineras.
 - Requiere de mano de obra más calificada.
 - El financiamiento puede ser más difícil debido a un mayor riesgo y el hundimiento puede convertirse en la preocupación ambiental más importante.
- *Aspectos ambientales*

- Generación de una cantidad menor de roca estéril que puede ser usado para el relleno de la mina.
- Subsistencia
- Alteración en el régimen hidrogeológico.
- Los productos químicos utilizados para el tratamiento de los minerales extraídos (por ejemplo, el cianuro que se utiliza para tratar el mineral de oro) a veces pueden fugarse en los sistemas de suelos y aguas circundantes.
- Requieren de vías y una infraestructura de producción o tratamiento.
- *Aspectos sociales*
 - Se generará modificación en el paisaje.
 - Perturbación por ruido y polvo a las comunidades

g) Respecto al suministro de energía

- *Alternativa g.1: Interconexión con el Sistema Nacional de Transmisión (SNT)*
 - *Infraestructura*
 - Línea de subtransmisión eléctrica de 69 kV de 6,5 km desde la subestación La Palma hasta el punto de entrega en la subestación Palo Quemado (proyecto)
 - Requiere construir infraestructura para albergar la subestación eléctrica de llegada.
 - *Administración*
 - Generación de energía:
 - Depende de terceros
 - Transmisión de energía
 - Depende de terceros
 - *Permiso ambiental*
 - El permiso ambiental para la construcción de la línea de subtransmisión es de responsabilidad de terceros
 - El permiso ambiental de la subestación eléctrica de llegada es de responsabilidad de la Compañía es parte del estudio de impacto ambiental para el proyecto minero La Plata.
 - *Área requerida*

- Requiere aproximadamente 30 x 45 m (1350 m²) para su implementación
- *Principales insumos*
 - Repuestos / consumibles para subestación
 - Repuestos / consumibles para línea de subtransmisión
- *Alternativa g.2: Planta de generación de energía termoeléctrica*
 - *Infraestructura*
 - Requiere moto generadores con potencia instalada de 5MW
 - Requiere obras civiles y metalmecánicas especializadas para albergar generadores y tanques de combustible.
 - Requiere subestación eléctrica
 - *Administración*
 - Directa de la Compañía
 - *Permiso ambiental*
 - Requiere de licencia ambiental para generación
 - *Área requerida*
 - Requiere alrededor de 2500 m² para la nave de generación más 1350 m² de la subestación eléctrica
 - *Principales insumos*
 - Diésel como combustible
 - Agua para sistemas de enfriamiento
 - Repuestos / consumibles para equipos generación
 - Repuestos / consumibles para subestación

8.3.4 Análisis de Alternativas

a) Respecto a ubicación - Depósito de relaves

- Alternativa **a.1:** *Adyacente a la quebrada La Florida*
- Alternativa **a.2:** *Quebrada Alambique*
- Alternativa **a.3:** *Quebrada Guatuza*
- Alternativa **a.4:** *Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro*

- **Factor Técnico**

- **Criterios técnicos**

La evaluación técnica del proyecto se centra en las características que presenta el sitio para esto se consideran los siguientes aspectos:

- Condiciones de la cimentación
- Condiciones geodinámicas
- Manejo de agua en la zona de emplazamiento
- Área de la unidad hidrográfica
- Distancia de transporte de relaves

Como se menciona en la sección 8.3.2 las condiciones de cimentación, las condiciones geodinámicas y en cierta medida el manejo de agua en la zona de emplazamiento, son similares para las alternativas. En tal sentido, lo que diferencia a las alternativas es el área de la unidad hidrográfica que es la que aportará con los caudales para las obras hidráulicas y la distancia de transporte de relaves o roca estéril.

- *Área de la unidad hidrográfica*

La alternativa a.1 tiene un área de la microcuenca entre 10 – 20 hectáreas, seguida de la alternativa a.3 que tiene entre 21 a 30 hectáreas y las alternativas a.2 y a.4 sus áreas de microcuenca están por encima de las 30 hectáreas.

- *Distancia de transporte*

- La alternativa a.1 se encuentra aproximadamente a 900 m de moto generadores la planta de procesos.
- La alternativa a.2 se encuentra a aproximadamente 500 m de la planta de procesos.
- La alternativa a.3 se encuentra a aproximadamente 1000 m de la planta de procesos.

- La alternativa a.4 se encuentra a aproximadamente 1200 m de la planta de procesos.

La alternativa a.1 presenta un área de unidad hidrográfica menor que las otras y es la segunda más cercana a la planta de procesos, su calificación es de 10.

La alternativa a.2 es la que posee la mayor área de unidad hidrográfica y es la más cercana a la planta de procesos se le otorgó una calificación de 5.

La alternativa a.3 tiene un área de unidad hidrográfica y una distancia a la planta de procesos media por esta razón ha sido evaluada con 5.

La alternativa a.4 tiene el área de unidad hidrográfica y la distancia a la planta de procesos mayores que las otras alternativas por lo que se la calificó con un valor mínimo de 1.

Cuadro 8.3-3.1: Valoración x Criterios técnicos del sitio (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	5
a.3 Quebrada Guatuza	5
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Económico**

- **Costo de implementación**

El documento técnico desarrollado por la empresa SINCO con nombre “Estudio de alternativas” determinó los siguientes costos para cada una de las opciones:

- Alternativa a.1: \$ 3 096 218,30
- Alternativa a.2: \$ 3 240 244,70
- Alternativa a.3: \$ 2 538 858,60
- Alternativa a.4: \$ 2 841 984,70

Estos costos consideraron los siguientes aspectos:

- Mejoramiento de la cimentación,
- Confirmación del dique, e;
- Impermeabilización de vaso.

De esta forma las valoraciones de las alternativas por costo de implementación son para la alternativa a.1 un puntaje de 1, para la alternativa a.2 un puntaje de 1, para la alternativa a.3 un puntaje de 10 y para la alternativa a.4 un puntaje de 5.

Cuadro 8.3-3.2: Valoración x Costo de implementación (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	1
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	10
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- Costo de operación - mantenimiento

El documento técnico desarrollado por la empresa SINCO con nombre “Estudio de alternativas” determinó que todas las alternativas tienen un costo total de \$ 5 057 550,30 para un tiempo de operación de 6 años.

El costo de operación (Opex) considera el transporte y conformación del material de relave y la mano de obra requerida.

De esta forma la valoración de las alternativas por costo de operación – mantenimiento es igual para todas las opciones otorgándoles un puntaje de 10.

Cuadro 8.3-3.3: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	10
a.3 Quebrada Guatuza	10
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	10
Fuente: ESSAM, 2022	

• Factor Ambiental

- Alteración componente aire - ruido

La construcción del depósito de relaves por su envergadura generará ruido y material particulado tanto por el transporte de material hacia el proyecto como por las actividades de remoción de suelo y conformación de la obra civil. Durante la operación se prevé que existirá emisiones de ruido debido a las actividades de transporte y conformación del material.

Los efectos mencionados anteriormente pueden tener interferencia con la población más cercana al sitio donde se ubica el depósito de relaves, en este caso el centro poblado de Las Minas, mientras más alejado se encuentre el depósito de relaves menor será su incidencia sobre la población.

Las distancias desde cada alternativa al centro poblado Las Minas son:

- 0.6 a 1 km para las alternativas a.1 y a.4
- Menor a 0.2 km para las alternativas a.2 y a.3

De manera que la alternativa a.1 y a.4 que son las más lejanas al centro poblado Las Minas han sido calificadas con el valor máximo de 10 mientras que las alternativas a.2 y a.3 que son las más cercanas fueron evaluadas con un valor mínimo de 1.

Cuadro 8.3-3.4: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	1
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente agua

La alteración del componente agua por la construcción y operación del depósito de relaves está relacionada directamente con el manejo de agua en la zona de emplazamiento, el área de la microcuenca de donde provendrá el aporte de agua hacia el componente, la modificación del régimen hídrico de la quebrada y el área que ocupa el emplazamiento del depósito de relaves de la quebrada o unidad hidrográfica.

Dado que la alternativa a.1 se encuentra en pendientes moderadas, tiene un área de la microcuenca entre 10-20 hectáreas (requiere menor infraestructura de gestión de aguas no contactadas) y ocupa un área de la quebrada de menos del 5 %, esta alternativa requiere menor intensidad en la gestión de aguas no contactadas además de tener el menor valor de ocupación de la quebrada razón por la cual se le ha valorado con el puntaje máximo de 10.

La alternativa de ubicación del depósito de relaves a.2 posee pendientes moderadas, tiene un área de microcuenca por encima de las 30 hectáreas (requiere mayor infraestructura de gestión de aguas no contactadas) y ocupa un área de la quebrada entre el 11 y 15 %, esta alternativa requiere mayor intensidad en la gestión de aguas no contactadas además de tener el mayor valor de ocupación de la quebrada por tanto se le ha valorado con 1.

La alternativa a.3 se ubica en un sitio con pendientes moderadas, tiene entre 21 a 30 hectáreas de área de microcuenca y ocupa un área de 5 a 10% de la quebrada, esta alternativa requiere mayor intensidad en la gestión de aguas no contactadas, sin embargo, tiene una menor ocupación de la quebrada, por tanto, se le ha asignado un valor de 5.

En el caso de la alternativa a.4 se encuentra en un sitio de pendiente baja, el área de microcuenca ocupa más de 30 hectáreas y entre el 5 a 10 % de la quebrada, esta alternativa requiere mayor intensidad en la gestión de aguas no contactadas, sin embargo, tiene una menor ocupación de la quebrada, por tanto, se ha valorado con un valor de 5.

Cuadro 8.3-3.5: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	5
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente suelo

La alteración del componente suelo está directamente relacionada al área que será disturbada para el emplazamiento del depósito de relaves.

Las áreas disturbadas definidas para cada alternativa son:

- La alternativa a.1 ocupará un área disturbada de 68 800 m²
- La alternativa a.2 ocupará un área disturbada de 79 800 m²
- La alternativa a.3 ocupará un área disturbada de 67 800 m²
- La alternativa a.4 ocupará un área disturbada de 70 000 m²

En este sentido, la alternativa a.3 ha sido evaluada con un puntaje de 10 debido a que el área disturbada que requiere para el emplazamiento del depósito de relaves es la menor, por tanto, causará menor alteración en el componente suelo, mientras que la alternativa a.2 fue valorada con un puntaje de 1 ya que es la opción con la mayor área disturbada razón por la que será la que afecte al componente suelo en mayor medida. Las alternativas a.1 y a.4 poseen valores de áreas disturbadas cercanos y causarán una alteración media en el componente suelo respecto a las otras alternativas, su calificación es de 5.

Cuadro 8.3-3.6: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 -a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	5
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	10
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- Consumo de recursos naturales

Los recursos naturales que se emplean para la construcción de la obra van directamente relacionados a la cantidad de material pétreo e insumos de construcción que deberá emplearse para la obra civil de acuerdo con las características de cada alternativa. Esto ha sido evaluado en función del volumen del dique de contención de cada alternativa, ya que a mayor volumen requerido se necesita mayor cantidad de lastre, agua y combustible al igual que otros elementos para la conformación del dique.

- El volumen para la conformación del dique calculado para cada una de las alternativas se muestra a continuación:

- 122 700 m³ para la alternativa a.1
- 43 600 m³ para la alternativa a.2
- 51 700 m³ para la alternativa a.3
- 111 000 m³ para la alternativa a.4

De esta forma, la alternativa a.2 tiene el menor volumen de dique, por tanto, requiere de un consumo de recursos naturales (agua, combustible, lastre) menor y el puntaje asignado es el máximo 10, la alternativa a.3 ha sido valorada con el máximo puntaje de 10 ya que su volumen a pesar de ser mayor al propuesto para la alternativa a.2 corresponde a menos del 50 % de los volúmenes de las alternativas a.4 y a.1, la alternativa a.4 ha sido evaluada con un puntaje de 5 ya que tienen un volumen de dique entre los valores de las alternativas a.2, a.3 y a.1; mientras que para la alternativa a.1 se le ha asignado el puntaje mínimo deseable de 1 ya que requiere el mayor volumen de dique con el consumo de recursos naturales (agua, combustible, lastre) que este conlleva.

Cuadro 8.3-3.7: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	1
a.2 Quebrada Alambique	10
a.3 Quebrada Guatuza	10
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de la cantidad y calidad hábitats

Las alternativas que ocupen un área mayor causarán mayor alteración en la cantidad y calidad de los hábitats, al igual que aquellas que afecten al recurso agua ya sea por una cantidad mayor a manejar de agua de escorrentía, por un área mayor de aporte de la microcuenca, por la modificación del régimen hídrico de la quebrada que requiera la alternativa y/o, por el porcentaje de ocupación de la quebrada por la obra a emplazarse.

Conforme la evaluación realizada para la afectación al componente agua la alternativa a.1 fue valorada con 10, la alternativa a.2 con 1, la alternativa a.3 con 5 y la alternativa a.4 con 5; respecto a la afectación al componente suelo fueron valoradas la alternativa a.1 con 5, la alternativa 0.2 con 1, la alternativa a.3 con 10 y la alternativa a.4 con 5. De esta manera, se ha otorgado los puntajes para la alternativa a.1 de 10 ya que tiene una menor afectación al componente agua y una afectación media al componente suelo, para la alternativa a.2 un puntaje de 1 ya que tiene la mayor alteración en los componentes agua y suelo, para la alternativa a.3 con un puntaje de 10 ya que tiene una afectación media al componente agua y una baja afectación al componente suelo y, para la alternativa a.4 un puntaje de 5 ya que tiene una afectación media a los componentes agua y suelo.

Cuadro 8.3-3.8: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	10
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Criterio Socioeconómicos**

- **Exposición al Proyecto**

Las Minas es el centro más cercano al proyecto dadas las implicaciones que tiene la construcción del depósito de relaves por envergadura puede tener interferencia directa con esta población. Entre los aspectos que pueden afectar a la comunidad y que se consideran para esta evaluación es el tamaño de la obra civil, la distancia a la que se ubicará el depósito de relaves desde el proyecto hacia Las Minas.

El tamaño de la obra civil y la distancia a la que se ubicará el depósito de relaves desde el proyecto hacia Las Minas se encuentran directamente relacionados a la generación de ruido

y material particulado durante la etapa de construcción y operación que pueden afectar a la población. Mientras más pequeña sea el área disturbada y más distante sea su ubicación la alteración de la calidad del aire y ruido será menor.

Las distancias hacia Las Minas en cada alternativa son:

- 0.6 a 1 km para las alternativas a.1 y a.4
- Menor a 0.2 km para las alternativas a.2 y a.3

El área disturbada de cada alternativa es:

- 68 800 m² para la alternativa a.1
- 79 800 m² para la alternativa a.2
- 67 800 m² para la alternativa a.3
- 70 000m² para la alternativa a.4

De esta manera, las alternativas a.1 y a.4 han sido valoradas con el puntaje mayor de 10 ya que son las que se encuentran más distantes de Las Minas y sus áreas disturbadas propuestas tiene un valor medio a comparación con las otras alternativas, la alternativa a.2 obtuvo un puntaje de 1 ya que se encuentra cercana a Las Minas y tiene la mayor área disturbada y, la alternativa a.3 fue valorada con 5 ya que su área disturbada es la menor, pero es cercana al proyecto.

Cuadro 8.3-3.9: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	5
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Generación Empleo**

La generación de empleo en la etapa de construcción estará relacionada con la magnitud del dique de arranque y, en la etapa de operación con la distancia del depósito de relaves desde la planta de procesos.

La información de volumen y distancia del estudio técnico de SINCO es:

- Volumen del dique de arranque
 - 122 700 m³ para la alternativa a.1
 - 43 600 m³ para la alternativa a.2
 - 51 700 m³ para la alternativa a.3

- 111 000 m³ para la alternativa a.4
- Distancia de transporte
 - La alternativa a.1 se encuentra aproximadamente a 900 m de las labores mineras.
 - La alternativa a.2 se encuentra a aproximadamente 500 m de las labores mineras.
 - La alternativa a.3 se encuentra a aproximadamente 1000 m de las labores mineras.
 - La alternativa a.4 se encuentra a aproximadamente 1200 m de las labores mineras.

La alternativa a.1 fue calificada con el puntaje más alto 10 dado que ocupará un mayor volumen para la construcción del dique y a encuentra a 900 m de la planta de procesos, la alternativa a.2 tiene una valor de 1 ya que tiene el menor volumen de dique de arranque y es el más cercano (500 m) a la planta de procesos, la alternativa a.3 tiene un puntaje de 1 debido a que posee un volumen de menos del 50% del volumen del dique de arranque de las alternativas a.4 y a.1 y muy cercano al valor de la alternativa a.2 y, una distancia de 1000 m a la planta de procesos. La alternativa a.4 tiene una puntuación máxima de 10 ya que tienen un valor de volumen significativo y la mayor distancia (1200 m) a la planta de procesos.

Cuadro 8.3-3.10: Valoración x Generación Empleo (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 – a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	1
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de recursos arqueológicos

La construcción de un depósito de relaves requiere de remoción de suelo que podría alterar los recursos arqueológicos del sitio, el grado de afectación está relacionado a las dimensiones de la obra dado que aumenta la probabilidad de alteración.

En este sentido, para la evaluación se tendrá en cuenta los valores del área a ser ocupada por el depósito de relaves (área disturbada). Los valores que se presentan en el estudio técnico desarrollado por SINCO son:

- Área disturbada
 - 68 800 m² para la alternativa a.1
 - 79 800 m² para la alternativa a.2

- 67 800 m² para la alternativa a.3
- 70 000m² para la alternativa a.4

De acuerdo con los valores expuestos, la alternativa a.1 fue calificada con el valor mínimo de 1 ya que tiene un área disturbada significativa, la alternativa a.2 tiene una calificación de 5 ya que tiene la mayor área disturbada, la alternativa a.3 fue valorada con el máximo puntaje de 10 debido a que tiene el menor valor de área disturbada y, la alternativa a.4 tiene una calificación de 5 por tener valores medios de área disturbada.

Cuadro 8.3-3.11: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas a.1 – a.2 – a.3 - a.4)	
Alternativa	Valor
a.1 Adyacente a la quebrada La Florida	10
a.2 Quebrada Alambique	1
a.3 Quebrada Guatuza	10
a.4 Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro	5
Fuente: ESSAM, 2022	

a) Respecto a ubicación – Escombrera (WRF)

- *Alternativa b.1: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras*
- *Alternativa b.2: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras*
- *Alternativa b.3: Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras*

- **Factor Técnico**

- **Criterios técnicos**

La evaluación técnica del proyecto se centra en las características que presenta el sitio para esto se consideran los siguientes aspectos:

- Condiciones de la cimentación
- Condiciones geodinámicas
- Manejo de agua en la zona de emplazamiento
- Área de la unidad hidrográfica
- Distancia de transporte de relaves o roca estéril

Respecto a las condiciones de cimentación y al manejo de agua en la zona de emplazamiento todas las alternativas son similares.

El sitio de emplazamiento de la alternativa b.1 presenta evidencia de flujo de sólidos, su área de la unidad hidrográfica es menor a 2,5 ha y la longitud de construcción del acceso está entre 0,5 a 1 km, por tanto, se ha calificado a esta alternativa con el valor mínimo de 1.

El sitio de emplazamiento de la alternativa b.2 presenta evidencia de flujo de sólidos, su área de la unidad hidrográfica está entre 5,1 y 7, 5 ha y la longitud de construcción del acceso es menor a 0,5 km, por tanto, se ha calificado a esta alternativa con el valor mínimo de 1.

El sitio de emplazamiento de la alternativa b.3 no presenta evidencia de flujo de sólidos, su área de la unidad hidrográfica es menor a 2,5 ha y la longitud de construcción del acceso es menor a 0,5 km, por tanto, se ha calificado a esta alternativa con el valor máximo de 10.

Cuadro 8.3-3.12: Valoración x Criterios técnicos del sitio (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	1
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Económico**

- **Costo de implementación**

El documento técnico desarrollado por la empresa SINCO con nombre “Estudio de alternativas” determinó los siguientes costos para cada una de las opciones:

- Alternativa b.1: \$ 966 221
- Alternativa b.2: \$ 2 199 052,40
- Alternativa b.3: \$ 1 396 768,20

Estos costos consideraron los siguientes aspectos:

- Mejoramiento de la cimentación,
- Confirmación del dique, e;
- Impermeabilización de vaso.

De esta forma las valoraciones de las alternativas por costo de implementación son para la alternativa b.1 un puntaje de 10, para la alternativa b.2 un puntaje de 1 y para la alternativa b.3 un puntaje de 5.

Cuadro 8.3-3.13: Valoración x Costo de implementación (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- Costo de operación - mantenimiento

El documento técnico desarrollado por la empresa SINCO con nombre “Estudio de alternativas” determinó que los costos de operación y mantenimiento que incluyen el transporte de material de relave (DM < 1 km), la conformación de la roca estéril y la mano de obra para cada una de las alternativas para un tiempo de operación de 6 años.

- Alternativa b.1: \$ 1 085 966,20
- Alternativa b.2: \$ 2 617 358,20
- Alternativa b.3: \$ 1 456 142,20

De esta forma, se calificó con un puntaje de 10 a la alternativa b.1 ya que tienen el menor valor, a la alternativa b.2 con el puntaje de 1 debido a que es la más costosa y a la alternativa b.3 con 5 que presenta un valor medio en referencia con las otras.

Cuadro 8.3-3.14: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	5
Fuente: ESSAM, 2022	

• Factor Ambiental

- Alteración componente aire - ruido

La construcción de la escombrera por su envergadura generará ruido y material particulado tanto por el transporte de material hacia el proyecto como por las actividades de remoción de suelo y conformación de la obra civil. Durante la operación se prevé que existirá emisiones de ruido debido a las actividades de transporte y almacenamiento de la roca estéril.

Los efectos mencionados anteriormente pueden tener interferencia con la población más cercana al sitio donde se ubica la escombrera, en este caso el centro poblado de Las Minas,

mientras más alejado se encuentre la escombrera menor será su incidencia sobre la población.

Las distancias desde cada alternativa al centro poblado Las Minas son:

- De 0,2 a 0,5 km para las alternativas b.1 y b.2
- Menor a 0,2 km para la alternativa b.3

De manera que las alternativas b.1 y b.2 que son las más lejanas al centro poblado Las Minas han sido calificadas con el valor máximo de 10 mientras que las alternativas b.3 que es la más cercanas fue evaluada con un valor mínimo de 1.

Cuadro 8.3-3.15: Valoración x Alternación componente aire-ruído (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	10
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente agua

La alteración del componente agua por la construcción y operación de la escombrera está relacionada directamente con el manejo de agua en la zona de emplazamiento, el área de la unidad hidrográfica de donde provendrá el aporte de agua hacia la obra, la modificación del régimen hídrico de la quebrada y el área de la quebrada o unidad hidrográfica que ocupa el emplazamiento de la escombrera.

Respecto al manejo de agua en la zona de emplazamiento las tres alternativas presentan pendientes moderadas y roca suelta/ blanda en las zonas donde se construirán las obras de drenaje para el emplazamiento de cada alternativa.

Dado que la alternativa b.1 tiene un área de unidad hidrográfica menor a 2,5 hectáreas, ocupa un área de la quebrada de menos del 2,5 % y requiere el desvío del régimen hídrico, es decir, esta alternativa tiene los menores valores en cuanto a áreas de unidad hidrográfica y de ocupación de la quebrada razón por la cual se le ha valorado con el puntaje de 5.

La alternativa de ubicación de la escombrera b.2 tiene un área de unidad hidrográfica entre 5,1 y 7,5 hectáreas, ocupa un área de la quebrada entre el 2,5 y 5 % y necesita el desvío del régimen hídrico; esta alternativa requiere mayor intensidad en la gestión de aguas no contactadas además de tener el mayor valor de ocupación de la quebrada por tanto se le ha valorado con 1.

La alternativa b.3 tiene menos de 2,5 hectáreas de área de unidad hidrográfica, ocupa un área de la quebrada de 2,5 a 5 % y no requiere de la perturbación del régimen hídrico; esta alternativa requiere hidrográfica menor intensidad en la gestión de aguas no contactadas, pero tiene una mayor ocupación de la quebrada, por tanto, se le ha asignado un valor de 10.

Cuadro 8.3-3.16: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	5
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente suelo

La alteración del componente suelo está directamente relacionada al área que será disturbada para el emplazamiento de la escombrera.

Las áreas disturbadas definidas para cada alternativa son:

- 22 500 m² para la alternativa b.1
- 54 500 m² para la alternativa b.2
- 32 500 m² para la alternativa b.3

En este sentido, la alternativa b.1 ha sido evaluada con un puntaje de 10 debido a que el área disturbada que requiere para el emplazamiento de la escombrera es la menor, por tanto, causará menor alteración en el componente suelo, mientras que la alternativa b.2 fue valorada con un puntaje de 1 ya que es la opción con la mayor área disturbada razón por la que será la que afecte al componente suelo en mayor medida. La alternativa b.3 posee un valor medio de área disturbada respecto a las otras alternativas, su calificación es de 5.

Cuadro 8.3-3.17: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- Consumo de recursos naturales

Los recursos naturales que se emplean para la construcción de la escombrera van directamente relacionados a la cantidad de material pétreo e insumos de construcción de acuerdo con las características de cada alternativa. Esto ha sido evaluado en función del volumen del dique de contención de cada alternativa, ya que a mayor volumen requerido se necesita mayor cantidad de lastre, agua y combustible al igual que otros elementos para su conformación.

- El volumen para la conformación del dique calculado para cada una de las alternativas se muestra a continuación:

- 26 400 m³ para la alternativa b.1
- 48 600 m³ para la alternativa b.2
- 28 500 m³ para la alternativa b.3

De esta forma, la alternativa b.1 tiene el menor volumen de dique, por tanto, requiere de un consumo de recursos naturales (agua, combustible, lastre) menor y el puntaje asignado es el máximo 10, la alternativa b.3 ha sido valorada con el máximo puntaje de 10 ya que su volumen no dista mucho de la alternativa b.1, a la alternativa b.2 se le ha asignado el puntaje mínimo deseable de 1 ya que requiere el mayor volumen de dique con el consumo de recursos naturales (agua, combustible, lastre) que este conlleva.

Cuadro 8.3-3.18: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de la cantidad y calidad hábitats

Las alternativas que ocupen un área mayor causarán mayor alteración en la cantidad y calidad de los hábitats, al igual que aquellas que afecten al recurso agua ya sea por una cantidad mayor a manejar de agua de escorrentía, por un área mayor de aporte de la unidad hidrográfica, por la modificación del régimen hídrico de la quebrada que requiera la alternativa y/o, por el porcentaje de ocupación de la quebrada por la obra a emplazarse.

Conforme la evaluación realizada para la afectación al componente agua la alternativa b.1 fue valorada con 5, la alternativa b.2 con 1 y la alternativa b.3 con 5; respecto a la afectación al componente suelo fueron valoradas la alternativa b.1 con 10, la alternativa b.2 con 1 y la

alternativa b.3 con 5. De esta manera, se ha otorgado los puntajes para la alternativa b.1 de 10 ya que tiene una afectación media al componente agua y menor afectación al componente suelo, para la alternativa b.2 un puntaje de 1 ya que tiene la mayor alteración en los componentes agua y suelo y, para la alternativa b.3 con un puntaje de 5 ya que tiene una afectación media al componente agua y al componente suelo.

Cuadro 8.3-3.19: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Criterio Socioeconómicos**

- **Exposición al Proyecto**

Las Minas es el centro poblado más cercano al proyecto dadas las implicaciones que tiene la construcción de la escombrera por su envergadura puede tener interferencia directa con esta población. Entre los aspectos que pueden afectar a la comunidad y que se consideran para esta evaluación es el tamaño de la obra civil y la distancia a la que se ubicará la escombrera con respecto a Las Minas.

El tamaño de la obra civil y la distancia a la que se ubicará la escombrera se encuentran directamente relacionados a la generación de ruido y material particulado durante la etapa de construcción y operación mismas que pueden afectar a la población. Mientras más pequeña sea el área disturbada y más distante sea su ubicación la alteración de la calidad del aire y ruido será menor.

Las distancias hacia Las Minas en cada alternativa son:

- De 0,2 a 0,5 km para las alternativas b.1 y b.2
- Menor a 0,2 km para la alternativa b.3

El área disturbada de cada alternativa es:

- 22 500 m² para la alternativa b.1
- 54 500 m² para la alternativa b.2
- 32 500 m² para la alternativa b.3

De esta manera, la alternativa b.1 ha sido valorada con el puntaje mayor de 10 ya que se encuentra más distante de Las Minas y su área disturbada propuesta tiene el menor valor, la alternativa b.2 obtuvo un puntaje de 5 ya que se encuentra distante a Las Minas y tiene la

mayor área disturbada y, la alternativa b.3 fue calificada con 1 ya que su área disturbada corresponde a un valor medio y es cercana al proyecto.

Cuadro 8.3-3.20: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	5
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	1
Fuente: ESSAM, 2022	

La generación de empleo en la etapa de construcción estará relacionada con la magnitud del dique de arranque y, en la etapa de operación con la distancia de la escombrera desde las labores mineras.

La información de volumen y distancia del estudio técnico de SINCO es:

- Volumen del dique de arranque
 - 26 400 m³ para la alternativa b.1
 - 48 600 m³ para la alternativa b.2
 - 28 500 m³ para la alternativa b.3
- Distancia de transporte
 - La alternativa a.1 se encuentra a aproximadamente 1 km de las labores mineras
 - La alternativa a.2 se encuentra a aproximadamente 0,7 km de las labores mineras
 - La alternativa a.3 se encuentra a aproximadamente 0,2 km de las labores mineras

La alternativa b.1 fue calificada con el puntaje medio de 5 dado que ocupará el menor volumen para la construcción del dique, pero es la más distante de las labores mineras, la alternativa b.2 tiene un valor de 10 ya que tiene el mayor volumen de dique de arranque y una distancia media a las labores mineras y, la alternativa b.3 tiene un puntaje de 1 ya que el volumen que requiere el dique de contención es muy cercano al menor valor y se encuentra a 0,2 km (más cercano) de labores mineras.

Cuadro 8.3-3.21: Valoración x Generación Empleo (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	5
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	10
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Alteración de recursos arqueológicos**

La construcción de la escombrera requiere de remoción de suelo que podría alterar los recursos arqueológicos del sitio, el grado de afectación está relacionado a las dimensiones de la obra dado que aumenta la probabilidad de alteración.

En este sentido, para la evaluación se tendrá en cuenta los valores del área a ser ocupada por la escombrera (área disturbada) que se presentan en el estudio técnico desarrollado por SINCO.

- *Área disturbada*

- 22 500 m2 para la alternativa b.1
- 54 500 m2 para la alternativa b.2
- 32 500 m2 para la alternativa b.3

De acuerdo con los valores expuestos, la alternativa b.1 fue calificada con el valor máximo de 10 ya que tiene el menor valor de área disturbada, la alternativa b.2 tiene una calificación de 1 ya que tiene la mayor área disturbada y, la alternativa b.3 fue valorada con el puntaje de 5 debido a que tiene un valor medio de área disturbada.

Cuadro 8.3-3.22: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas b.1 – b.2 – b.3)	
Alternativa	Valor
b.1 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras	10
b.2 Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras	1
b.3 Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras	5
Fuente: ESSAM, 2022	

b) Respecto a ubicación – Estación de transferencia auxiliar

- *Alternativa c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves*
- *Alternativa c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves*
- *Alternativa c.3: Quebrada Estero Alambique*

- **Factor Técnico**

- **Criterios técnicos**

La evaluación técnica del proyecto se centra en las características que presenta el sitio para esto se consideran los siguientes aspectos:

- Condiciones de la cimentación
- Condiciones geodinámicas
- Manejo de agua en la zona de emplazamiento
- Área de la unidad hidrográfica
- Construcción de accesos a la zona de la obra
- Distancia de transporte de relaves

Como se menciona en la sección 8.3.2 las condiciones de cimentación, las condiciones geodinámicas y en cierta medida el manejo de agua en la zona de emplazamiento, son similares para las alternativas. En tal sentido, lo que diferencia a las alternativas es el área de la unidad hidrográfica que es la que aportará con los caudales para las obras hidráulicas, la construcción de accesos a la zona de la obra y la distancia de transporte de relaves o roca estéril.

La alternativa c.1 tiene un área de la unidad hidrográfica entre 2,5 y 5 hectáreas, una longitud aproximada de construcción de acceso de 0,5 a 1.0 km y se encuentra a aproximadamente 0,95 km de la planta de procesos.

La alternativa c.2 tiene un área de la unidad hidrográfica entre 2,5 y 5 hectáreas, una longitud aproximada de construcción de acceso menor a 0,5 km y se encuentra a aproximadamente 0,6 km de planta de procesos.

La alternativa c.3 tiene un área de la unidad hidrográfica mayor a 7,5 hectáreas, una longitud aproximada de construcción de acceso menor a 0,5 km y se encuentra a aproximadamente 0,7 km de la planta de procesos.

Cuadro 8.3-3.23: Valoración x Criterios técnicos del sitio (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	1
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	10
c.3: Quebrada Estero Alambique	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Económico**

- **Costo de implementación**

El documento técnico desarrollado por la empresa SINCO con nombre “Estudio de alternativas” determinó los siguientes costos para cada una de las opciones:

- Alternativa c.1: \$ 1 212 862,50
- Alternativa c.2: \$ 1 772 874
- Alternativa c.3: \$ 1 791 989,20

Estos costos consideraron los siguientes aspectos:

- Mejoramiento de la cimentación,
- Conformación del dique,
- Impermeabilización de vaso, y;
- Sistema de bombeo desde la estación auxiliar de transferencia

De esta forma las valoraciones de las alternativas por costo de implementación son para la alternativa c.1 un puntaje de 10, para la alternativa c.2 un puntaje de 5 y para la alternativa c.3 un puntaje de 1.

Cuadro 8.3-3.24: Valoración x Costo de implementación (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	5
c.3: Quebrada Estero Alambique	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Costo de operación - mantenimiento**

El costo de operación-mantenimiento para un periodo de 6 años determinado por SINCO considera el consumo energético (línea eléctrica), la mano de obra y el manteamiento del sistema de bombeo.

Los costos aproximados para cada alternativa son:

- Alternativa c.1: \$ 187 188,60
- Alternativa c.2: \$ 187 188,60
- Alternativa c.3: \$ 187 188,60

Cuadro 8.3-3.25: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	10
c.3: Quebrada Estero Alambique	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Ambiental**

- **Alteración componente aire - ruido**

La construcción de la estación auxiliar de transferencia generará ruido y material particulado tanto por el transporte de material de construcción como por las actividades de remoción de suelo y conformación de la obra civil. Durante la operación se prevé que existirá emisión de ruido debido a las actividades de transporte de relaves desde la planta de procesos, el sistema de bombeo de relaves hacia el depósito de relaves y la conformación de estos para su almacenamiento temporal.

Los efectos mencionados anteriormente pueden tener interferencia con la población más cercana al sitio donde se ubica la estación auxiliar de transferencia, en este caso el centro poblado de Las Minas, mientras más alejado se encuentre la estación auxiliar de transferencia menor será su incidencia sobre la población.

Las distancias desde cada alternativa al centro poblado Las Minas son:

- De 0,6 a 1 km para las alternativas c.1 y c.2
- De 0,2 a 0,5 km para la alternativa c.3

De manera que las alternativas c.1 y c.2 que son las más lejanas al centro poblado Las Minas han sido calificadas con el valor máximo de 10 mientras que la alternativa c.3 que es la más cercanas fue evaluada con un valor mínimo de 1.

Cuadro 8.3-3.26: Valoración x Alternación componente aire-ruido (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	10
c.3: Quebrada Estero Alambique	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Alteración componente agua**

La alteración del componente agua por la construcción y operación de la estación auxiliar de transferencia está relacionada directamente con el manejo de agua en la zona de emplazamiento, el área de la unidad hidrográfica de donde provendrá el aporte de agua hacia la obra, la modificación del régimen hídrico de la quebrada y el área de la quebrada o unidad hidrográfica que ocupa el emplazamiento de la estación.

Respecto al manejo de agua en la zona de emplazamiento las tres alternativas presentan pendientes moderadas y suelo o material suelto en las zonas donde se construirán las obras de drenaje; además, las tres alternativas requieren del desvío régimen hídrico con descarga aguas abajo/arriba de la misma quebrada para el emplazamiento.

Dado que la alternativa c.1 tiene un área de unidad hidrográfica entre 2,5 y 5 hectáreas y, ocupa un área de la quebrada entre el 1 y 2 %, es decir, esta alternativa tiene los menores valores en cuanto a área de unidad hidrográfica y de ocupación de la quebrada razón por la cual se le ha valorado con el puntaje máximo de 10.

La alternativa de ubicación de la estación auxiliar de transferencia c.2 tiene un área de unidad hidrográfica entre 2,5 y 5 hectáreas y, ocupa un área de la quebrada entre el 2,1 a 3 %; esta alternativa requiere mayor intensidad en la gestión de aguas no contactadas además de tener un mayor valor de ocupación de la quebrada por tanto se le ha valorado con 5.

La alternativa c.3 tiene un área de unidad hidrográfica mayor a 7,5 hectáreas y ocupa un área de la quebrada mayor a 3 %; esta alternativa requiere hidrográfica mayor intensidad en la gestión de aguas no contactadas y tiene el mayor valor de ocupación de la quebrada, por tanto, se le ha asignado un valor mínimo de 1.

Cuadro 8.3-3.27: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	5
c.3: Quebrada Estero Alambique	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Alteración componente suelo**

La alteración del componente suelo está directamente relacionada al área que será disturbada para el emplazamiento de la estación auxiliar de transferencia.

Las áreas disturbadas definidas para cada alternativa son:

- 13 100 m² para la alternativa c.1
- 35 300 m² para la alternativa c.2
- 30 600 m² para la alternativa c.3

En este sentido, la alternativa c.1 ha sido evaluada con un puntaje de 10 debido a que el área disturbada que requiere para el emplazamiento de la escombrera es la menor, por tanto, causará menor alteración en el componente suelo, mientras que la alternativa c.2 fue valorada con un puntaje de 1 ya que es la opción con la mayor área disturbada razón por la que será la que afecte al componente suelo en mayor medida. La alternativa c.3 posee un valor medio de área disturbada respecto a las otras alternativas, su calificación es de 5.

Cuadro 8.3-3.28: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	1
c.3: Quebrada Estero Alambique	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- Consumo de recursos naturales

Los recursos naturales que se emplean para la construcción de la estación auxiliar de transferencia van directamente relacionados a la cantidad de material pétreo e insumos de construcción de acuerdo con las características de cada alternativa. Esto ha sido evaluado en función del volumen del dique de arranque de cada alternativa, ya que a mayor volumen requerido se necesita mayor cantidad de lastre, agua y combustible al igual que otros elementos para su conformación.

- El volumen para la conformación del dique calculado para cada una de las alternativas se muestra a continuación:

- 54 700 m³ para la alternativa c.1
- 70 800 m³ para la alternativa c.2
- 56 000 m³ para la alternativa c.3

De esta forma, la alternativa c.1 tiene el menor volumen de dique, por tanto, requiere de un consumo de recursos naturales (agua, combustible, lastre) menor y el puntaje asignado es el máximo 10, la alternativa c.3 ha sido valorada con el máximo puntaje de 10 ya que su volumen no dista mucho de la alternativa c.1, a la alternativa c.2 se le ha asignado el puntaje mínimo deseable de 1 ya que requiere el mayor volumen de dique con el consumo de recursos naturales (agua, combustible, lastre) que este conlleva.

Cuadro 8.3-3.29: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	1
c.3: Quebrada Estero Alambique	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de la cantidad y calidad hábitats

Las alternativas que ocupen un área mayor causarán mayor alteración en la cantidad y calidad de los hábitats, al igual que aquellas que afecten al recurso agua ya sea por una cantidad mayor a manejar de agua de escorrentía, por un área mayor de aporte de la unidad hidrográfica, por la modificación del régimen hídrico de la quebrada que requiera la alternativa y/o, por el porcentaje de ocupación de la quebrada por la obra a emplazarse.

Conforme la evaluación realizada para la afectación al componente agua la alternativa c.1 fue valorada con 10, la alternativa c.2 con 5 y la alternativa c.3 con 1; respecto a la afectación al componente suelo fueron valoradas la alternativa c.1 con 10, la alternativa c.2 con 1 y la alternativa c.3 con 5. De esta manera, se ha otorgado los puntajes para la alternativa c.1 de 10 ya que tiene una afectación media al componente agua y menor afectación al componente suelo, para la alternativa c.2 un puntaje de 5 ya que tiene la mayor alteración en el componente agua y una alteración media en el componente suelo y, para la alternativa c.3 con un puntaje de 5 ya que tiene la mayor afectación al componente suelo y una afectación media al componente agua.

Cuadro 8.3-3.30: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	5
c.3: Quebrada Estero Alambique	5
Fuente: ESSAM, 2022	

• Criterio Socioeconómicos

- Exposición al Proyecto

Las Minas es el centro poblado más cercano al proyecto dadas las implicaciones que tiene la construcción de la estación auxiliar de transferencia por su envergadura puede tener interferencia directa con esta población. Entre los aspectos que pueden afectar a la

comunidad y que se consideran para esta evaluación es el tamaño de la obra civil y la distancia a la que se ubicará con respecto a Las Minas.

El tamaño de la obra civil y la distancia a la que se ubicará la estación auxiliar de transferencia se encuentran directamente relacionados a la generación de ruido y material particulado durante la etapa de construcción y operación mismas que pueden afectar a la población. Mientras más pequeña sea el área disturbada y más distante sea su ubicación la alteración de la calidad del aire y ruido será menor.

Las distancias hacia Las Minas en cada alternativa son:

- De 0,6 a 1 km para las alternativas c.1 y c.2
- De 0,2 a 0,5 km para la alternativa c.3

El área disturbada de cada alternativa es:

- 13 100 m² para la alternativa c.1
- 35 300 m² para la alternativa c.2
- 30 600 m² para la alternativa c.3

De esta manera, la alternativa c.1 ha sido valorada con el puntaje mayor de 10 ya que se encuentra más distante de Las Minas y su área disturbada propuesta tiene el menor valor, la alternativa c.2 obtuvo un puntaje de 5 ya que se encuentra distante a Las Minas y tiene la mayor área disturbada y, la alternativa c.3 fue calificada con 1 ya que su área disturbada corresponde a un valor medio y es cercana al proyecto.

Cuadro 8.3-3.31: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)

Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	5
c.3: Quebrada Estero Alambique	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Generación Empleo

La generación de empleo en la etapa de construcción estará relacionada con la magnitud del dique de arranque y, en la etapa de operación con la distancia de la estación auxiliar de transferencia desde la planta de procesos. Mientras mayor sea el volumen del dique de arranque y la distancia de transporte se incrementa la mano de obra requerida.

La información de volumen y distancia del estudio técnico de SINCO es:

- Volumen del dique de arranque

- 54 700 m³ para la alternativa c.1
 - 70 800 m³ para la alternativa c.2
 - 56 000 m³ para la alternativa c.3
- Distancia de transporte
- La alternativa c.1 se encuentra a aproximadamente 0,95 km de la planta de procesos.
 - La alternativa c.2 se encuentra a aproximadamente 0,6 km de la planta de procesos.
 - La alternativa c.3 se encuentra a aproximadamente 0,7 km de la planta de procesos.

La alternativa c.1 fue calificada con el puntaje medio de 5 dado que ocupará el menor volumen para la construcción del dique, pero es la más distante de la planta de procesos, la alternativa c.2 tiene un valor de 5 ya que tiene el mayor volumen de dique de arranque y la menor distancia a la planta de procesos y, la alternativa c.3 tiene un puntaje de 5 ya que el volumen que requiere el dique de arranque es muy cercano al menor valor y se encuentra a 0,7 km de la planta de procesos.

Cuadro 8.3-3.32: Valoración x Generación Empleo (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	5
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	5
c.3: Quebrada Estero Alambique	5

Fuente: ESSAM, 2022

- **Alteración de recursos arqueológicos**

La construcción de la estación auxiliar de transferencia requiere de la remoción de suelo que podría alterar los recursos arqueológicos del sitio, el grado de afectación está relacionado a las dimensiones de la obra dado que aumenta la probabilidad de alteración.

En este sentido, para la evaluación se tendrá en cuenta los valores del área a ser ocupada por la estación (área disturbada) que se presentan en el estudio técnico desarrollado por SINCO.

- *Área disturbada*
- 13 100 m² para la alternativa c.1
 - 35 300 m² para la alternativa c.2
 - 30 600 m² para la alternativa c.3

De acuerdo con los valores expuestos, la alternativa c.1 fue calificada con el valor máximo de 10 ya que tiene el menor valor de área disturbada, la alternativa c.2 tiene una calificación de 1 ya que tiene la mayor área disturbada y, la alternativa c.3 fue valorada con el puntaje de 5 debido a que tiene un valor medio de área disturbada.

Cuadro 8.3-3.33: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves	10
c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves	1
c.3: Quebrada Estero Alambique	5
Fuente: ESSAM, 2022	

c) Respecto a tecnología – Material a usar como impermeabilizante

- *Alternativa d.1: Geomembrana*
- *Alternativa d.2: Arcilla e=0,30 m*
- *Alternativa d.3: Arcilla e=1,00 m*

- **Factor técnico**

- **Criterios técnicos**

Se relaciona principalmente a la complejidad de la intervención y el tiempo de la ejecución.

La alternativa d.1 es la opción óptima a nivel constructivo debido a que los cortes de terreno y su perfilados serán de baja magnitud ya que la geomembrana permite su instalación taludes con altas pendientes, de tal manera que ha sido calificada con un puntaje de 10.

Las alternativas d.2 y d.3, contemplan cortes de 2 a 3 veces mayores que la alternativa d.1, esto debido a la inclinación máxima de trabajo requerida por los equipos de compactación, por lo que su construcción sería compleja y de mayor duración de construcción, estas alternativas han sido calificadas con el puntaje de 1.

Cuadro 8.3-3.34: Valoración x Aspectos constructivos (Alternativas c.1 – c.2 – c.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	1
d.3: Arcilla e=1,00 m	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Económico**

- **Costo de implementación**

La ratio de los costos presentados a continuación es netamente referencial puede tener una variación $\pm 25 \%$.

- \$ 769 575 para la alternativa d.1
- \$ 1 463 808 para la alternativa d.2
- \$ 2 229 468 para la alternativa d.3

De esta forma, se valoró con el puntaje mínimo de 1 a la alternativa d.3 ya que tiene el costo más elevado, con el puntaje de 5 a la alternativa d.2 y con el valor máximo de 10 a la alternativa d.1 ya que tiene el menor costo.

Cuadro 8.3-3.35: Valoración x Costo de implementación (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Costo de operación - mantenimiento**

En este análisis no ha sido considerado el costo de operación-mantenimiento debido a que es mínimo y similar para todas las alternativas ya que se considerarían los trabajos de limpieza y mantenimiento de obras para el desvío de aguas no contactadas dado que el impermeabilizante sería colocado para toda la vida útil del proyecto.

- **Factor Ambiental**

- **Alteración componente aire**

La alteración al componente aire está relacionada a la adecuación de la cimentación, la eliminación de material de corte, el transporte de materiales y actividades de conformación de la obra civil que pueden producir polvo alterando la calidad de aire y aumentar la generación de ruido.

De manera que, a la alternativa d.1 se le ha asignado una calificación máxima de 10 debido a que puede afectar la calidad de aire por la emisión de polvo y ruido durante el corte de terreno natural, en la eliminación de material, en la excavación y relleno de la zanja de anclaje, Durante la instalación de la geomembrana no se emitirá polvo, así como el transporte de

geomembrana empleará menos recursos que en las otras alternativas, por tanto, la magnitud de afectación será menor.

La alternativa d.2 se la ha valorado con 5 dado a que la generación de polvo y ruido será mayor que la alternativa d.1, ya que requiere además de la adecuación de la cimentación, la extracción de material en cantera, la conformación de una plataforma de trabajo, el secado del material y la restauración del área afectada.

La alternativa d.3 incluye la ejecución de las mismas actividades que la alternativa d.2, sin embargo, se incrementa el volumen de material (arcilla) y por tanto los recursos para su acarreo, acopio y secado generando mayor cantidad de polvo y ruido de manera que se le ha asignado una calificación mínima de 1.

Cuadro 8.3-3.36: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente agua

La evaluación de la alteración al componente agua se realizó considerando el comportamiento de la infiltración en el depósito de relaves, la escombrera y la estación auxiliar de transferencia para cada alternativa.

Bajo este contexto, la alternativa d.1 se ha valorado con el máximo valor de 10 ya que la geomembrana no permite que el flujo atravesase y lo direcciona a la zona de sub-dren y en la estación auxiliar de transferencia el agua se mantenga confinada dentro del vaso.

La alternativa d.2 se ha calificado con el valor mínimo de 1 ya que existe la probabilidad que se infiltre durante la operación aguas mezcladas con sustancias químicas producto del relave filtrado, roca de baja ley o relave en pulpa y se produzca posible afectación del nivel freático y en la estación auxiliar se infiltraría el agua por el cuerpo del dique.

La alternativa d.3 ha sido valorada con el valor de 5 debido a que en el depósito de relaves y escombrera no existiría infiltración, sin embargo, en la estación de transferencia habría infiltración a través del dique.

Cuadro 8.3-3.37: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente suelo

La alteración al componente suelo está en función del nivel de intervención que se requiera para la adecuación de la cimentación (corte de terreno natural) y del uso o no de material pétreo (arcilla) para la impermeabilización.

De manera que, la alternativa d.1 es valorada con el puntaje máximo de 10 ya que la geomembrana puede colocarse sobre taludes de mayor inclinación reduciendo su intervención y no requiere de arcilla, la alternativa d.2 es calificada con 5 dado que el proceso constructivo de los taludes será más invasivo con cortes extensos y profundos, además de la extracción de arcilla de una cantera que posteriormente deberá ser rehabilitada, mientras que la alternativa d.3 es calificada con 1 ya que comparada con la alternativa d.2 esta necesita de una mayor cantidad de arcilla incrementando su afectación al componente suelo.

Cuadro 8.3-3.38: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Consumo de recursos naturales

El consumo de recursos naturales está directamente relacionado con la cantidad de material pétreo y combustible (hidrocarburos) para su transporte.

Se ha calificado a la alternativa d.1 con el valor máximo 10 debido a que no ocupa material pétreo para la impermeabilización y la demanda de combustible será menor ya que se usará menos maquinaria; la alternativa d.2 con 5 ya que emplea arcilla y tiene una demanda mayor de maquinaria para la conformación de la capa de impermeabilización, la extracción de material de una cantera, la intervención en el terreno natural que es más invasiva y la rehabilitación de la plataforma para secado de material y de la cantera; a la alternativa d.3 con el mínimo puntaje de 1 ya que además de todas las actividades descritas para la

alternativa d.2 el volumen de material pétreo es mayor incrementando también el tiempo de uso de maquinaria.

Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de la cantidad y calidad hábitats

La alteración de la cantidad y calidad de hábitats estará relacionada con la necesidad de áreas adicionales para la obtención de material pétreo (cantera) y para el proceso de secado (plataforma de acopio). Otro aspecto por considerar es la afectación al recurso agua que influye directamente en la calidad de hábitats.

Por lo tanto, la alternativa d.1 se ha valorado con el puntaje máximo de 10 ya que no requiere de la extracción de arcilla ni la conformación de una plataforma de acopio, así como, la geomembrana impide la infiltración de agua contactada hacia la capa freática; la alternativa d.2 con el valor mínimo de 1 ya que requiere de la implementación de una cantera y plataforma de acopio para el material pétreo y la infiltración de agua contactada alcanzaría la capa freática (se encuentra a 2 m) y, la alternativa d.3 con el puntaje de 5 presenta las mismas condiciones de la alternativa d.2 pero en mayor dimensión, sin embargo, la infiltración de agua contactada se daría solo en el caso de la estación auxiliar de transferencia.

Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	1
d.3: Arcilla e=1,00 m	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Criterio Socioeconómicos**

- Exposición al Proyecto

La generación de polvo, emisiones y ruido será proporcional a la intensidad de la intervención (cortes de terreno natural), existencia de una cantera, transporte, acopio y secado de material pétreo (arcilla), conformación de la capa impermeabilizante y, a su vez, la exposición de la población lo será a la alteración de la calidad de aire que se generare de estas actividades.

De esta forma, la alternativa d.1 cuya alteración del terreno natural es menor y no requiere del uso de arcilla se ha valorado con un puntaje máximo de 10, la alternativa d.2 necesita de una intensidad mayor de intervención al terreno natural, la existencia de una cantera y el transporte, acopio, secado de material pétreo, por tanto, se le asignó un valor de 5 y, la alternativa d.3 que se la ha puntuado con 1 ya que requiere de mayor cantidad de material pétreo en comparación con la alternativa d.2 lo que va relacionado a un incremento de intensidad en las actividades de transporte, acopio, secado y conformación de la capa impermeabilizante.

Cuadro 8.3-3.41: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	10
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Generación Empleo

La generación de empleo en la etapa de construcción va a ser mayor en función del tiempo que tomen las actividades de adecuación de la cimentación, transporte e instalación del impermeabilizante (arcilla o geomembrana); en el caso del uso de arcilla adicionalmente se tendrá el manejo de la cantera, mientras que, en la etapa de operación la mano de obra se centrará en el mantenimiento de zanjas y obras de drenaje siendo la generación de empleo mínima para esta actividad.

De manera que, a la alternativa d.1 se la ha calificado con el puntaje mínimo de 1 ya que la adecuación de la cimentación es menos invasiva (requiere de menor extracción de suelo) y, el transporte e instalación de la geomembrana demanda menor tiempo para su ejecución. A la alternativa d.2 se la ha valorado con 5 debido al empleo de material pétreo que requiere de la apertura de una cantera y la conformación de una plataforma de acopio, además del transporte de material y el empleo de maquinaria para la conformación de la cimentación; finalmente, a la alternativa d.3 se ha valorado con un puntaje de 10 dado que requiere de las mismas actividades e instalaciones de la alternativa d.2 pero incrementadas en dimensión y su tiempo de ejecución es mayor por la cantidad de material pétreo que se necesita (más de la mitad).

Cuadro 8.3-3.42: Valoración x Generación Empleo (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	1
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de recursos arqueológicos

Los recursos arqueológicos pueden ser afectados en la actividad de remoción de suelo para la adecuación de la cimentación, en las tres alternativas la superficie a intervenir es la misma y la profundidad de intervención es de 1 m tanto para el depósito de relaves, la escombrera como para la estación auxiliar de transferencia, por tanto, las alternativas han sido calificadas con 5.

Cuadro 8.3-3.43: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas d.1 – d.2 – d.3)	
Alternativa	Valor
d.1: Geomembrana	5
d.2: Arcilla e=0,30 m	5
d.3: Arcilla e=1,00 m	5
Fuente: ESSAM, 2022	

d) Respecto a tecnología – Disposición de relaves

- **Alternativa e.1:** Relaves convencionales
- **Alternativa e.2:** Relaves espesados
- **Alternativa e.3:** Relaves filtrados

● **Factor Técnico**

- Criterios técnicos

Dado que todas las alternativas son evaluadas bajo las mismas condiciones, criterios técnicos a evaluarse serán:

Humedad del Relave depositado: La humedad en la cual se deposita el relave es un criterio que enmarca, las condiciones físicas del material depositado, lo que condiciona el comportamiento del componente ya que un depósito de material en forma de fluido o pastoso (relave en pulpa o espesado) puede ser afectado por sismos aumentando la presión de poros en este, mientras que en un depósito de relaves deshumedecidos (filtrados) ante eventos sísmicos tiene comportamiento de suelos compactado mejorando las condiciones de

estabilidad del componente; en base a esto se entiende que si bien es cierto la condición de humedad maneja el comportamiento del vaso del almacenamiento, este puede funcionar con cualquier tipo de disposición de relaves.

Recuperación de agua durante el proceso: Al recuperar del agua para recirculación durante el proceso en lo posible se evita el gasto de agua fresca lo que implica equipos y tanques de almacenamiento de menor potencia en el proceso de captación.

Metodología del transporte del relave: esta condición cobra importancia en las longitudes en las cuales se deberá proyectar obras viales o adecuaciones para instalación de tuberías.

Bajo estos criterios se ha evaluado a la alternativa e.1 con un valor mínimo de 1 ya que posee una humedad mayor a 75%, con una nula capacidad de recuperación de agua y se transporta por tubería. La alternativa e.2 fue calificada con 5, al tener una humedad entre el 34% - 74%, una capacidad de recuperación entre 30% y 50% y se transporta por tubería. La alternativa e.3 ha sido valorado con 10 ya que posee una humedad menor al 34%, su recuperación de agua es mayor al 51% y se transporta por volquetas.

Cuadro 8.3-3.44: Valoración x Criterios técnicos (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Económico**

- **Costo de implementación**

En el estudio técnico de SINCO llamado “Trade off de tecnologías de disposición de relaves” se ha determinado el costo total de la construcción y operación de cada una de las alternativas. Este costo de disposición está determinado por tonelada depositada de relave, comprende las actividades y obras necesarias para implementación del depósito de almacenamiento y la planta de procesamiento. La ratio del costo presentado a continuación es netamente referencial puede tener una variación $\pm 30\%$.

Los valores de cada una de las alternativas son:

- \$2 - \$4 / ton para la alternativa e.1
- \$5 - \$8 / ton para la alternativa e.2
- \$9 - \$12 / ton para la alternativa e.3

De esta forma, se valoró con el puntaje mínimo de 1 a la alternativa e.3 ya que tiene el costo más elevado, con el puntaje de 5 a la alternativa e.2 y con el valor máximo de 10 a la alternativa e.1 ya que tiene el menor costo.

Cuadro 8.3-3.45: Valoración x Costo de implementación (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	10
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Costo de operación - mantenimiento

El costo de operación obedece a la estimación del costo total ya que también contempla la operación tanto del depósito de relaves como de la planta de procesamiento. De manera que las calificaciones son equivalentes.

Cuadro 8.3-3.46: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	10
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	1
Fuente: ESSAM, 2022	

• Factor Ambiental

- Alteración componente aire

La alteración al componente aire está relacionada al área de almacenamiento requerida por tonelada depositada que requiere cada alternativa dado que la generación de polvo, emisiones, olores y ruido durante la construcción y operación será proporcional al área que será disturbada. Para esta evaluación se empleará la información de relación peso / área de disposición de relave.

Los valores asignados por SINCO en su estudio técnico son:

- 0,75 m²/tn para la alternativa e.1
- 0,65 m²/tn para la alternativa e.2
- 0,5 m²/tn para la alternativa e.3

De manera que, a la alternativa e.1 se le ha asignado una calificación mínima de 1 debido a que ocupa una mayor área por tonelada dispuesta, a la alternativa e.2 se la ha valorado con

5 y a la alternativa e.3 se le ha asignado una calificación máxima de 10 al ser la que requiere una menor área por tonelada dispuesta.

Cuadro 8.3-3.47: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente agua

La evaluación de la alteración al componente agua se realizó considerando la capacidad de infiltración de agua de relaves a los suelos de cada alternativa ya que podrían impactar a la capa freática y/o manantiales cercanos al depósito, además, se ha tomado en cuenta la distancia hasta la cual puede ser transportado el material de relave en caso de falla/rotura en una presa o dique, es de entender que esto depende del material depositado ya que un lodo como lo es el relave en pulpa se comporta de forma diferente a un deslizamiento de relaves deshumedecidos como en el caso de los relaves filtrados.

Las distancias de afectación aguas abajo establecidos en el estudio técnico ejecutado por SINCO son:

- > 11 km para la alternativa e.1
- 6 - 10 km para la alternativa e.2
- 0 – 5 km para la alternativa e.3

Bajo este contexto, la alternativa e.1 se ha valorado con el mínimo de 1 ya que lodos de los relaves en pulpa tienen una alta capacidad de infiltración de agua y en caso de una emergencia afectarían una mayor distancia aguas abajo; la alternativa e.2 se ha calificado con el valor de 5 ya que tiene una capacidad media de infiltración de agua y la ruptura del dique podría afectar de 6 a 10 km aguas abajo; la alternativa e.3 ha sido valorada con el valor máximo de 10 debido a que su capacidad de infiltración de agua es bajo y la afectación aguas abajo por ruptura del dique se encuentra entre 0 y 5 km siendo la menor.

Cuadro 8.3-3.48: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente suelo

La alteración al componente suelo está en función del área ocupada por el depósito de relaves mientras mayor sea esta la alteración será más significativa dadas las actividades de manantiales movimiento de suelo que se requiere para el depósito. La evaluación se ha realizado a partir de la relación del área afectada por la infraestructura requerida para el almacenamiento de relaves por tonelada dispuesta, según el comportamiento estructural de los relaves se optimizará las dimensiones de la presa de relaves de modo a que sea lo menor posible el área de almacenamiento requerida por tonelada depositada.

Los valores asignados por SINCO en su estudio técnico para esta relación son:

- 0,75 m²/tn para la alternativa e.1
- 0,65 m²/tn para la alternativa e.2
- 0,5 m²/tn para la alternativa e.3

De manera que, la alternativa e.1 es valorada con el puntaje mínimo de 1 ya que provocará una mayor alteración del suelo dado que necesita más área por relave depositado, la alternativa e.2 es calificada con 5 ya que tiene una relación de área por tonelada dispuesta menor a la anterior opción, mientras que la alternativa e.3 es calificada con 10 debido a que ocupa un área menor por relave depositado, por tanto, la afectación al suelo se reduce.

Cuadro 8.3-3.49: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Consumo de recursos naturales

La construcción del depósito requiere de agua para minimizar la generación de polvo, del consumo de diésel para los vehículos y maquinaria y, de material pétreo para la estabilización de diques y conformación de accesos, estos recursos son no renovables. Su consumo será proporcional a la magnitud de la obra, para ello se emplea la relación de área de almacenamiento del depósito por tonelada de relave depositado. Esta área variará en función del tipo de relave de acuerdo con el porcentaje de humedad, el área es mayor si el porcentaje de humedad del relave es mayor ya que facilita su dispersión.

Conforme los valores asignados por SINCO en su estudio técnico:

- 0,75 m²/tn para la alternativa e.1
- 0,65 m²/tn para la alternativa e.2
- 0,5 m²/tn para la alternativa e.3

Se ha calificado a la alternativa e.1 con 1 debido a que ocupa más área por tonelada de relave dispuesta y requerirá del consumo de más insumos, la alternativa e.2 con 5 al tener un valor medio de la relación de área por tonelada dispuesta y, a la alternativa e.3 con el máximo de 10 ya que posee la menor área por tonelada de relave dispuesta por consiguiente el consumo de los recursos naturales no renovables se ve reducido.

Cuadro 8.3-3.50: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de la cantidad y calidad hábitats

Los hábitats se verán afectados por la extensión del depósito de relaves y por la infiltración de agua de relaves a los suelos, mientras mayor sea el área disturbada y la capacidad de infiltración de agua de relaves la alteración a la cantidad y calidad de hábitats ascenderá.

Los datos para evaluar estos aspectos han sido tomados del estudio de SINCO y se presentan a continuación:

- 0,75 m²/tn y capacidad de infiltración alta para la alternativa e.1
- 0,65 m²/tn y capacidad de infiltración media para la alternativa e.2
- 0,5 m²/tn y capacidad de infiltración baja para la alternativa e.3

Por lo tanto, la alternativa e.1 se ha valorado con el puntaje mínimo de 1, la alternativa e.2 con el valor medio de 5 y la alternativa e.3 con el puntaje máximo de 10.

Cuadro 8.3-3.51: Valoración x Alternación de la calidad y cantidad de hábitats (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Criterio Socioeconómicos**

- **Exposición al Proyecto**

La generación de polvo, emisiones, ruido y olores será proporcional a la magnitud del área a intervenir y, por tanto, la exposición de la población a la alteración de la calidad de aire que provoque esta obra, así como, su operación.

El área en función de una tonelada dispuesta es de aproximadamente:

- 0,75 m²/tn para la alternativa e.1
- 0,65 m²/tn para la alternativa e.2
- 0,5 m²/tn para la alternativa e.3

De esta forma, la alternativa e.1 que ocupa un área mayor por tonelada dispuesta y por tanto mayor afectación de la calidad del aire y exposición de la población se ha valorado con un puntaje mínimo de 1, la alternativa e.2 ocupa un área intermedia entre las opciones por tonelada de relave dispuesto, por tanto, se le asignó un valor de 5 y, la alternativa e.3 que se la ha puntuado con 10 ya que su área es menor por tonelada de relave dispuesto, lo que disminuye la afectación a la calidad de aire y la exposición de la población a estos impactos.

Cuadro 8.3-3.52: Valoración x Exposición al Proyecto (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Generación Empleo**

La generación de empleo en la etapa de construcción va a ser mayor en función de la extensión del depósito de relaves, mientras que en la etapa de operación la mano de obra será mayor para la opción que realice el transporte de relaves por medio de volquetas.

De acuerdo con el porcentaje de humedad el transporte de relaves desde la planta de procesos puede realizarse a través de tubería o volquetas, lo cual ha sido determinado para cada alternativa de la siguiente manera:

- Por medio de tubería a presión para la alternativa e.1
- Por medio de tubería a gravedad para alternativa e.2
- Por medio de volquetas para la alternativa e.3

El área en función de una tonelada dispuesta es de aproximadamente:

- 0,75 m²/tn para la alternativa e.1
- 0,65 m²/tn para la alternativa e.2
- 0,5 m²/tn para la alternativa e.3

De manera que a la alternativa e.1 se la ha calificado con el puntaje medio de 5 ya que ocupa un área mayor y su transporte es por tubería, a la alternativa e.2 se la ha valorado con 5 debido a que posee un área a ocupar media y el transporte mediante tubería y, a la alternativa e.3 se ha valorado con un puntaje de 10 dado que el área a ocupar es menor y su transporte es mediante volquetas.

Cuadro 8.3-3.53: Valoración x Generación Empleo (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	5
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de recursos arqueológicos

Los recursos arqueológicos pueden ser afectados en la actividad de remoción de suelo, todas las alternativas requerirán conformar una presa, sin embargo, mientras menor sea su extensión la probabilidad de afectar un recurso arqueológico disminuye. De esta manera, la alternativa e.1 que es la que ocupa un área disturbada por tonelada menor se ha calificado con el puntaje mínimo de 1, la alternativa e.2 con el puntaje medio de 5 y la alternativa e.3 con el máximo de 10 ya que es la que optimiza mejor el área debido a que el relave filtrado tiene menor capacidad de dispersión. Como se demuestra con los siguientes valores tomados del estudio técnico de SINCO.

- 0,75 m²/tn para la alternativa e.1
- 0,65 m²/tn para la alternativa e.2
- 0,5 m²/tn para la alternativa e.3

Cuadro 8.3-3.54: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas e.1 – e.2 – e.3)	
Alternativa	Valor
e.1 Relaves convencionales	1
e.2 Relaves espesados	5
e.3 Relaves filtrados	10
Fuente: ESSAM, 2022	

e) Respeto al método de explotación

- **Alternativa f.1:** Explotación a cielo abierto
- **Alternativa f.2:** Explotación subterránea

- **Factor Técnico**

- **Criterios técnicos**

Para la selección del método de explotación se ha considerado estudios preliminares respaldados en la información geológica que han ayudado a definir las condiciones naturales del yacimiento: características geológicas, morfológicas (forma, potencia, rumbo y buzamiento, y profundidad debajo de la superficie) y geomecánicas (calidad de la masa rocosa de las cajas y del mineral, resistencia de la roca y esfuerzos), pudiéndose definir que tenemos la formación de un depósito de sulfuros masivos volcanogénicos, por su formación y concentraciones en zonas específicas, estos cuerpos o concentración de masas que están presentes en profundidad se explotan por minería subterránea.

De esta manera, se califica a la alternativa f.1 con una puntuación de 1 mientras que a la alternativa f.2 es valorada con 10.

Cuadro 8.3-3.55: Valoración x Costo de implementación (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

A pesar de que técnicamente el yacimiento solo puede realizarse con el método subterráneo; a continuación, se realiza el análisis de alternativas considerando los aspectos económico, ambiental y social, con el fin de determinar las ventajas y desventajas de esta alternativa y si es beneficiosa bajo la consideración de los otros aspectos, así como, proyectarse hacia la evaluación de impactos y el establecimiento de medidas que contribuyan a la protección de las personas y el ambiente.

- **Factor Económico**

- **Costo de implementación**

El costo de implementación de la alternativa f.2 explotación subterránea será mayor a la alternativa f.1 explotación a cielo abierto ya que requiere del desarrollo de labores mineras, equipos y maquinaria específicos e instalaciones de servicios como drenaje, ventilación, bombeo y sumidero y, suministro de energía para las labores bajo tierra, así como

infraestructura de seguridad: refugio peatonal y estaciones de supervivencia. Por tanto, la alternativa f.1 de menor costo de implementación fue valorada con el máximo valor de 10 y la alternativa f.2 de mayor costo de implantación con el valor mínimo de 1.

Cuadro 8.3-3.56: Valoración x Costo de implementación (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	10
f.2 Explotación subterránea	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Costo de operación - mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento de la alternativa f.2 explotación subterránea será mayor a la alternativa f.1 explotación a cielo abierto dado que se requiere de suministro de energía permanente para la iluminación y funcionamiento de algunos equipos, así como del suministro de ventilación y aire comprimido para la continuidad de las actividades bajo tierra. Por tanto, la alternativa f.1 de menor costo de operación y mantenimiento fue valorada con el máximo valor de 10 y la alternativa f.2 de mayor costo de operación y mantenimiento con el valor mínimo de 1.

Cuadro 8.3-3.57: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	10
f.2 Explotación subterránea	1
Fuente: ESSAM, 2022	

• Factor Ambiental

- Alteración componente aire

La alternativa f.1 causará una mayor alteración del componente aire ya que el área de afectación en la superficie es más extensa y generará mayores emisiones de polvo, de ruido y gaseosas desde fuentes móviles, en tal razón, la puntuación otorgada es de 1. La alternativa f.2 tendrá una intervención con menor extensión en la superficie y los impactos al componente aire por la generación de polvo, ruido y emisiones serán menores, por tanto, se ha asignado un valor de 10.

Cuadro 8.3-3.58: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente agua

Respecto a las alteraciones a este componente, la alternativa f.1 tiene una intervención en superficie mayor siendo necesaria una modificación significativa del régimen hídrico, por otro lado, la roca al quedar expuesta al viento y precipitación generará mayor cantidad de drenaje ácido a ser tratado. Adicionalmente, la explotación a cielo abierto produce más roca estéril que requiere de un sitio más amplio, por tanto, el área en contacto con agua es más grande, se ha calificado a esta opción con un puntaje de 1.

La alternativa f.2 al requerir de una intervención menor en la superficie se puede evitar o minimizar el cambio de régimen hídrico, la roca explotada no queda expuesta al viento y precipitación y la cantidad de roca estéril es menor porque parte de esta se conserva en el interior como relleno de la mina subterránea, siendo el volumen de agua de drenaje ácido y agua contactada menor, en este sentido, se califica a esta opción con 10.

Cuadro 8.3-3.59: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente suelo

La alteración al componente suelo es mayor para la alternativa f.1 dado que se requiere desbroce y movimiento de suelo en toda el área a intervenir aproximadamente se requerirá un tajo para el cuerpo mineralizado Sur de aproximadamente de 290 m de diámetro x 400 m de profundidad, para el cuerpo mineralizado Norte de aproximadamente de 400 m de diámetro x 400 m de profundidad, para el cuerpo mineralizado de Guatuzá de 220 m de diámetro x 400 m de profundidad, por tanto se ha valorado a esta opción con el puntaje mínimo 1. Mientras que en la alternativa f.2 el área a intervenir se limita a los portales o bocaminas Guatuzá con un diámetro de alrededor de 21 m x 70 m de profundidad y la bocamina Norte con un diámetro de 175 m x 70 m de profundidad (aproximadamente) lo que representa un menor desbroce y movimiento de suelo, en tal razón, se calificada a esta opción con un puntaje máximo de 10.

Cuadro 8.3-3.60: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Consumo de recursos naturales

El consumo de recursos naturales es analizado en función del uso de agua, combustible y material pétreo (grava/arena) para las actividades en cada tipo de explotación, estos recursos son no renovables.

En el caso de la alternativa f.1 se consumirá agua frecuentemente para humedecer la superficie de las pilas de almacenamiento con el fin de minimizar el polvo que se genera, dadas las grandes cantidades de material a extraerse el requerimiento de agua es elevado. Esta opción necesita de accesos para el transporte de material para ello se emplea grava/arena que permita conformar la capa de rodadura, además se requiere del consumo de combustible (diésel) para los vehículos y maquinaria. Bajo estas consideraciones se ha otorgado un valor mínimo de 1 a esta alternativa.

La explotación subterránea no requiere de agua para humedecer el área a explotar, las labores mineras son conformadas con el material extraído de la excavación, no requiere de material pétreo adicional y, el uso de combustible se destina a los vehículos y maquinaria que se emplean para su construcción y operación. Por tanto, se califica a la alternativa f.2 con el puntaje máximo de 10.

Cuadro 8.3-3.61: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de la cantidad y calidad hábitats

El proceso de desbroce y excavación en la alternativa f.1 elimina todo tipo de flora existente en la corteza terrestre, ahuyenta a la fauna debido al ruido y existe mayor cantidad de agua que requiere tratarse generando cambios de los hábitats, por tanto, se ha valorado a esta opción con 1.

La alternativa f.2 genera alteraciones en la cantidad y calidad de hábitats por la infraestructura para los portales o bocaminas en la superficie, sin embargo, esta área a intervenir es mucho menor, calificando a esta opción con 10.

Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Criterio Socioeconómicos**

- **Exposición al Proyecto**

La explotación a cielo abierto tiene un impacto significativo sobre la calidad de aire (polvo, y emisiones gaseosas de fuentes móviles), genera ruido y vibraciones, así como, representa una modificación considerable del paisaje, factores que tienen interacción con la población, por tanto, la alternativa f.1 es valorada con el puntaje mínimo de 1.

La explotación subterránea genera ruido, polvo, vibraciones y emisiones en menor magnitud y la alteración al paisaje es representativamente menor, bajo este análisis la alternativa f.2 ha sido valorada con el puntaje máximo de 10.

Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Generación Empleo**

La alternativa f.1 al requerir de una excavación de mayor dimensión requerirá de mano de obra que opere y transporte el material de desecho y el mineral, en tal razón, se valora a esta opción con 5, mientras que la alternativa f.2 dadas las condiciones requerirá de mano de obra técnica o con experiencia para el uso de equipo y maquinaria específica más tecnificada, adicionalmente, se debe considerar que las jornadas de trabajo son reducidas en actividades subterráneas para seguridad del personal (ventilación), por tanto, esta opción genera más empleo, en este sentido se la ha valorado con 10.

Cuadro 8.3-3.64: Valoración x Generación Empleo (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	5
f.2 Explotación subterránea	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de recursos arqueológicos

Dado que la alternativa f.1 requiere una extracción total del terreno natural en una mayor superficie lo que aumenta el riesgo de alteración de los recursos arqueológicos, por tanto, se ha otorgado un valor de 1 para su puntuación. La alternativa f.2 requiere de la remoción y excavación, pero en áreas menores que constituirán a los portales o bocaminas disminuyendo el riesgo de alteración a posibles hallazgos arqueológicos siendo su manejo más controlable al ser un área puntual. Por lo tanto, se ha calificado con un valor de 5.

Cuadro 8.3-3.65: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas f.1 – f.2)	
Alternativa	Valor
f.1 Explotación a cielo abierto	1
f.2 Explotación subterránea	5
Fuente: ESSAM, 2022	

f) Respecto al suministro de energía eléctrica

- *Alternativa g.1: Interconexión con el SNT*
- *Alternativa g.2: Planta de generación de energía termoeléctrica*

● **Factor Técnico**

- Criterios técnicos

El proyecto requiere de alrededor de 5MW para sus actividades, esta demanda puede ser cubierta por la interconexión con el SNT o por una planta de generación de energía termoeléctrica.

Dado que existe infraestructura del SNT cerca al proyecto (6,5 km se ubica la subestación La Palma), es viable el suministro desde esta fuente; además, requiere de una menor área de ocupación del equipo y los insumos (repuestos y consumibles) no requieren de permisos o procedimientos específicos para su manejo y transporte, el personal a cargo de la operación será principalmente eléctrico e instrumentista, por tanto, la alternativa g.1 fue valorada con 10 (puntaje máximo).

La alternativa g.2 fue valorada con 1 (puntaje mínimo), dado la complejidad de obtención de los equipos, así como de sus insumos que requerirán de permisos y procedimientos específicos para el transporte y manejo de sustancias químicas (diésel); adicionalmente, el área que ocupan los equipos (principalmente generadores y tanques) es mayor, su operación y mantenimiento demanda de más especialidades ya que tiene componentes mecánicos, de instrumentación, y eléctricos.

Cuadro 8.3-3.66: Valoración x Costo de implementación (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Económico**

- **Costo de implementación**

El costo de implementación de la interconexión al SNT está limitado para esta opción a la construcción de la infraestructura necesaria de una subestación eléctrica de 69 kV a 13,8 kV considerando que los costos de implantación de la línea de subtransmisión con un costo estimado de \$1,1 millones.

El costo de implementación de la central termoeléctrica de generación para proporcionar 5 MW de potencia efectiva (con un factor de potencia de 0.8) requiere de una potencia instalada de 6,25 MW. Considerando un valor estimado de \$1 millón de dólares por cada MW de potencia instalada, por lo tanto, el costo de implementación para esta alternativa será de \$ 6,5 millones.

En función de la información indicada se determina que la opción g.1 Interconexión con el SNT por tener el menor valor de 10 mientras que la opción g.2 Generación de energía termoeléctrica al tener un valor de 6 veces más comparado con la anterior se le otorga un puntaje de 1.

Cuadro 8.3-3.67: Valoración x Costo de implementación (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Costo de operación - mantenimiento

La operación y mantenimiento de la planta de generación de energía termoeléctrica opción g.2, conlleva disponer de un grupo de especialistas, manejo de inventario y disponibilidad de repuestos / insumos (incluido el combustible diésel), paradas para mantenimientos preventivos - correctivos entre otros aspectos relacionados con esta actividad. El esfuerzo de trabajo y responsabilidad se considera alto. Su calificación en esta evaluación es de 1.

El costo de mantenimiento hará parte de la tarifa del servicio de suministro de energía eléctrica al proyecto, el mantenimiento de la línea de subtransmisión está conformado por un control de vegetación / evitar asentamientos en derecho de vía y mantenimientos preventivos – correctivos. El esfuerzo de trabajo y responsabilidad es bajo. Su calificación en esta evaluación es de 10.

Cuadro 8.3-3.68: Valoración x Costo de operación – mantenimiento (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Ambiental**

- Alteración componente aire - ruido

La planta de generación de energía termoeléctrica en su operación generará emisiones a la atmósfera por la combustión del diésel como combustible, además de generar ruido tanto por el movimiento de las piezas mecánicas como por la velocidad de captación de aire y de emisión de gases al exterior. Las emisiones a la atmósfera deben cumplir con lo determinado en la Tabla 2 del Acuerdo Ministerial 091. Por la generación de emisiones es necesario verificar la calidad del aire del área de influencia para determinar el cumplimiento de lo dispuesto en el Anexo 4 del AM 097A. El ruido ambiente de la operación deberá demostrar el cumplimiento de lo dispuesto en el Anexo 5 del AM 097A. La subestación de la planta de generación de energía termoeléctrica deberá ser monitoreada también para verificar que cumple con los límites máximos de exposición de radiaciones no ionizantes conforme lo descrito en el AM 155. Así los impactos a los componentes aire – ruido son importantes por lo cual su valoración para este análisis es de 1.

El sistema de transmisión de energía, específicamente la línea de subtransmisión y la subestación Palo Quemado interactúan con su entorno al generar radiaciones no ionizantes.

No generan ruido significativo, ni emisiones, por lo cual, para su análisis es valorado con un puntaje de 10.

Cuadro 8.3-3.69: Valoración x Alternación componente aire (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente agua

La planta de generación de energía termoeléctrica a través de motor-generadores con diésel como combustible requieren de la toma de agua para sus sistemas de enfriamiento. El primer impacto es por tanto su captación. El agua incrementa su temperatura y por tanto se modifica su estado siendo esto el segundo impacto para este componente. El agua al ingresar al sistema de enfriamiento puede mantener contacto con hidrocarburos de los sistemas de lubricación o de combustible por lo cual puede contaminarse siendo este otro de los impactos. De esta forma, se considera para este análisis el puntaje inferior posible de 1.

Para la construcción de la línea de transmisión se requiere agua para conformar las bases de las torres. El consumo / captación es puntual y no se repite. Para la operación, ni el sistema de transmisión ni la subestación eléctrica requieren agua para su funcionamiento, por lo cual se considera el puntaje de 10 para este análisis.

Cuadro 8.3-3.70: Valoración x Alternación componente agua (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración componente suelo

La planta de generación de energía termoeléctrica a través de motor-generadores con diésel como combustible utilizará además aceites para su lubricación. Durante la gestión de estos hidrocarburos se generan desechos contaminados tales como aceites usados, filtros usados, suelos contaminados, guapies y/o textiles contaminados con hidrocarburos, elementos de protección personal contaminados también con hidrocarburos, etc. Tanto estos desechos como el propio diésel y los aceites pueden contaminar el suelo al generarse fugas o derrames de ellos, esto causará un impacto significativo en el componente suelo. Nota: La gestión de los desechos peligrosos requerirá de empresas especializadas. La calificación es por tanto la menor posible de 1.

La provisión de energía eléctrica mediante una línea de subtransmisión, durante su construcción utilizará combustibles y lubricantes en cantidades reducidas y en su operación no utiliza ningún hidrocarburo que pudiese causar contaminación del suelo. Por estas razones en este análisis es calificado con el puntaje máximo de 10.

Cuadro 8.3-3.71: Valoración x Alternación componente suelo (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Consumo de recursos naturales

La planta de generación de energía termoeléctrica a través de motor-generadores con diésel como combustible requiere además de forma continua del uso de agua para sus sistemas de enfriamiento. El agua al entrar en contacto con hidrocarburos se considera que requiere de un tratamiento y control previa su descargar. La calificación será de 1 acorde a este análisis.

La línea de subtransmisión de energía que conectará la subestación Palo Quemado con el SNT utilizará agua / combustibles en cantidades puntuales para la conformación de las bases de hormigón y por una única ocasión. Esto le permite ser calificada con el máximo valor de 10.

Cuadro 8.3-3.72: Valoración x Consumo de recursos naturales (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de la cantidad y calidad hábitats

La planta de generación de energía termoeléctrica se estima que requiere de 2500 m2 para su implantación, esta área será desbrozada afectando la cantidad y es posible la calidad de hábitats; además, como se ha analizado anteriormente el uso de diésel como combustible puede generar afectación a los recursos agua y suelo, por un lado por el contacto de estos recursos con hidrocarburos empleados en los equipos y por otro por el sistema de enfriamiento que requiere un tratamiento previo a la descarga de agua. Los sistemas mecánicos generan ruido y los motores de combustión interna emisiones ambos factores se consideran impactos para el componente aire. Estas variaciones en la calidad de suelo, agua

y aire pueden generar alteraciones en la cantidad y calidad de los hábitats. En este sentido, se otorga un valor de 5 a esta alternativa.

La interconexión con el SNT requiere la construcción de una subestación que se estima ocupa aproximadamente 1350 m², para esto se desbrozará el sitio afectando la cantidad y posiblemente la calidad de los hábitats. La subestación eléctrica genera radiaciones no ionizantes que pueden llegar a tener efecto en la fauna. Sin embargo, en los recursos agua y suelo no causa afectación alguna a la biota del sitio y la generación de ruido no es significativa. Bajo este análisis se coloca un valor de 10 esta alternativa.

Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	5
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Factor Social**

- **Exposición al Proyecto**

Generación de ruido y emisiones producida por el funcionamiento de la planta de energía termoeléctrica pueden desencadenar denuncias o quejas comunitarias. La calificación dada por estas características es de 1.

La provisión de energía del SNT a través de la línea de subtransmisión a 64 kV, no presentará mayores exposiciones dadas las características de la energía que transmite (de fuentes renovables) y será una más de las instalaciones eléctricas que existen en la región. La calificación dada por estas características es de 10.

Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	1
Fuente: ESSAM, 2022	

- **Generación Empleo**

La planta de generación de energía termoeléctrica demanda de obra de mano permanente para su mantenimiento preventivo y correctivo, además para su funcionamiento requiere de monitoreo continuo, por lo que esta alternativa tiene un valor de 10.

La interconexión con el SNT no requiere de personal permanente para su mantenimiento: la línea de subtransmisión tiene un mantenimiento programado al igual que la subestación, para el control de la operación el personal es limitado, por esta razón, se otorga un valor de 1 para esta alternativa.

Cuadro 8.3-3.75: Valoración x Generación Empleo (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	1
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	10
Fuente: ESSAM, 2022	

- Alteración de recursos arqueológicos

La interconexión con el SNT requiere la colocación de torres y construcción de sus bases para el tendido de la línea subtransmisión, aproximadamente estas bases pueden llegar a ocupar 3000 m² y adicionalmente los 1350 m² que se necesita para la subestación, con este fin se ejecuta la remoción de suelo que puede llegar a afectar al componente arqueológico en caso de identificarse en el sitio y no realizar su correcto rescate, bajo este contexto se valora con 10 a la alternativa g.1.

El área de implantación que puede ocupar una planta de generación de energía termoeléctrica es de 2500 m², su implantación requiere de la remoción de suelo que requiere el estudio del componente arqueológico del sitio para identificación y rescate de ser necesario, por este motivo se valora con 5 a la alternativa g.2.

Cuadro 8.3-3.76: Valoración x Alteración de recursos arqueológicos (Alternativas g.1 – g.2)	
Alternativa	Valor
g.1 Interconexión con el SNT	10
g.2 Planta de generación de energía termoeléctrica	5
Fuente: ESSAM, 2022	

8.4 Resultados

La información desarrollada en esta sección es resumida en el Cuadro 8.4-1: Análisis de Alternativas, la cual contiene la valoración de los impactos ambientales potenciales identificados para cada una de las alternativas analizadas.

Cuadro 8.4-1/a: Análisis de Alternativas - Fases de explotación y beneficio de minerales metálicos en el área operativa de la CM La Plata																											
Criterio Decisión	Peso (%)	Respecto a ubicación - Depósito de relaves								Respecto a ubicación - Escombrera						Respecto a ubicación - Estación auxiliar de transferencia						Respecto a tecnología - Material a usar como impermeabilizante					
		Alternativa a.1		Alternativa a.2		Alternativa a.3		Alternativa a.4		Alternativa b.1		Alternativa b.2		Alternativa b.3		Alternativa c.1		Alternativa c.2		Alternativa c.3		Alternativa d.1		Alternativa d.2		Alternativa d.3	
		Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)
1. Técnico																											
1.1 Criterios técnicos	12,66%	10,00	1,27	5,00	0,63	5,00	0,63	1,00	0,13	1,00	0,13	1,00	0,13	10,00	1,27	1,00	0,13	10,00	1,27	5,00	0,63	10,00	1,27	1,00	0,13	1,00	0,13
Subtotal Criterio Técnico		1,27		0,63		0,63		0,13		0,13		0,13		1,27		0,13		1,27		0,63		1,27		0,13		0,13	
2. Económico																											
2.1 Implementación	13,92%	5,00	0,70	1,00	0,14	10,00	1,39	5,00	0,70	10,00	1,39	1,00	0,14	5,00	0,70	10,00	1,39	5,00	0,70	1,00	0,14	10,00	1,39	5,00	0,70	1,00	0,14
2.2 Operación -mantenimiento	8,96%	10,00	0,90	10,00	0,08	10,00	0,90	10,00	0,90	10,00	0,90	1,00	0,09	5,00	0,45	10,00	0,90	10,00	0,90	10,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Subtotal Criterio Económico		1,59		0,22		2,29		1,59		2,29		0,23		1,14		2,29		1,59		1,04		1,39		0,70		0,14	
3. Ambiental																											
3.1 Alteración componente aire	2,53%	10,00	0,25	1,00	0,03	1,00	0,03	10,00	0,25	10,00	0,25	10,00	0,25	1,00	0,03	10,00	0,25	10,00	0,25	1,00	0,03	10,00	0,25	5,00	0,13	1,00	0,03
3.2 Alteración componente agua	12,66%	10,00	1,27	1,00	0,13	5,00	0,63	5,00	0,63	5,00	0,63	1,00	0,13	10,00	1,27	10,00	1,27	5,00	0,63	1,00	0,13	10,00	1,27	5,00	0,63	1,00	0,13
3.3 Alteración componente suelo	3,80%	5,00	0,19	1,00	0,04	10,00	0,38	5,00	0,19	10,00	0,38	1,00	0,04	5,00	0,19	10,00	0,38	1,00	0,04	5,00	0,19	10,00	0,38	5,00	0,19	1,00	0,04
3.4 Consumo de recursos naturales	8,86%	1,00	0,09	10,00	0,89	10,00	0,89	5,00	0,44	10,00	0,89	1,00	0,09	10,00	0,89	10,00	0,89	1,00	0,09	10,00	0,89	10,00	0,89	5,00	0,44	1,00	0,09
3.5 Alteración de la cantidad y calidad hábitat																											
3.5.1 Alteración hábitat terrestre																											
- Pérdidas directas de hábitat (1,77%)																											
- Alteración características hábitat (1,01%)																											
- Interferencia de movimientos (1,01%)																											
- Muerte o daños por sustancias tóxicas (1,27%)	8,86%	10,00	0,89	1,00	0,09	10,00	0,89	5,00	0,44	10,00	0,89	1,00	0,09	5,00	0,44	10,00	0,89	5,00	0,44	5,00	0,44	10,00	0,89	1,00	0,09	5,00	0,44
3.5.2 Alteración hábitat acuático																											
- Pérdidas directas de hábitat (1,33%)																											
- Alteración características hábitat (0,76%)																											
- Interferencia de movimientos (0,76%)																											
- Muerte o daños a peces o a huevos (0,95%)																											
Subtotal Ambiental		2,68		1,16		2,8103		1,96		3,04		0,59		2,81		3,67		1,46		1,67		3,67		1,48		0,72	
4. Socioeconómico																											
4.1 Exposición al proyecto	12,66%	10,00	1,27	1,00	0,13	5,00	0,63	10,00	1,27	10,00	1,27	5,00	0,63	1,00	0,13	10,00	1,27	5,00	0,63	1,00	0,13	10,00	1,27	5,00	0,63	1,00	0,13
4.2 Generación empleo	6,33%	10,00	0,63	1,00	0,06	1,00	0,06	10,00	0,63	5,00	0,32	10,00	0,63	1,00	0,06	5,00	0,32	5,00	0,32	5,00	0,32	1,00	0,06	5,00	0,32	10,00	0,63
4.3 Alteración de los recursos arqueológicos	8,86%	10,00	0,89	1,00	0,09	10,00	0,89	5,00	0,44	10,00	0,89	1,00	0,09	5,00	0,44	10,00	0,89	1,00	0,09	5,00	0,44	5,00	0,44	5,00	0,44	5,00	0,44
Subtotal Criterio Ambiental		2,79		0,28		1,58		2,34		2,47		1,35		0,63		2,47		1,04		0,89		1,77		1,39		1,20	
Total		8,33		2,30		7,31		6,02		7,92		2,30		5,85		8,55		5,35		4,23		8,10		3,70		2,19	
<ul style="list-style-type: none"> o Alternativa a.1: Adyacente a la quebrada La Florida o Alternativa a.2: Quebrada Alambique o Alternativa a.3: Quebrada Guatuzá o Alternativa a.4: Convergencia de la Quebrada San Racón y la Quebrada Maduro o Alternativa b.1: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras o Alternativa b.2: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras o Alternativa b.3: Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras o Alternativa c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves o Alternativa c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves 																											

Cuadro 8.4-1/a: Análisis de Alternativas - Fases de explotación y beneficio de minerales metálicos en el área operativa de la CM La Plata

Criterio Decisión	Peso	Respecto a ubicación - Depósito de relaves								Respecto a ubicación - Escombrera						Respecto a ubicación - Estación auxiliar de transferencia						Respecto a tecnología - Material a usar como impermeabilizante					
	(%)	Alternativa a.1		Alternativa a.2		Alternativa a.3		Alternativa a.4		Alternativa b.1		Alternativa b.2		Alternativa b.3		Alternativa c.1		Alternativa c.2		Alternativa c.3		Alternativa d.1		Alternativa d.2		Alternativa d.3	
		Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)
<ul style="list-style-type: none"> o <i>Alternativa c.3: Quebrada Estero Alambique</i> o Alternativa d.1: Geomembrana o <i>Alternativa d.2: Arcilla e=0,30 m</i> o <i>Alternativa d.3: Arcilla e=1,00 m</i> 																											
Fuente: ESSAM, 2022																											

Cuadro 8.4-1/b: Análisis de Alternativas - Fases de explotación y beneficio de minerales metálicos en el área operativa de la CM La Plata															
Criterio Decisión	Peso	Respecto a tecnología - Disposición de relaves						Respecto al método de explotación				Respecto al suministro de energía			
	(%)	Alternativa e.1		Alternativa e.2		Alternativa e.3		Alternativa f.1		Alternativa f.2		Alternativa g.1		Alternativa g.2	
		Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)	Valor	PP (%)
1. Técnico															
1.1 Criterios técnicos	12,66%	1,00	0,13	5,00	0,63	10,00	1,27	1,00	0,13	10,00	1,27	1,00	0,13	10,00	1,27
Subtotal Criterio Técnico		0,13		0,63		1,27		0,13		1,27		0,13		1,27	
2. Económico															
2.1 Implementación	13,92%	10,00	1,39	5,00	0,70	1,00	0,14	10,00	1,39	1,00	0,14	10,00	1,39	1,00	0,14
2.2 Operación -mantenimiento	8,96%	10,00	0,90	5,00	0,45	1,00	0,09	10,00	0,90	1,00	0,09	10,00	0,90	1,00	0,09
Subtotal Criterio Económico		2,29		1,14		0,23		2,29		0,23		2,29		0,23	
3. Ambiental															
3.1 Alteración componente aire	2,53%	1,00	0,03	5,00	0,13	10,00	0,25	1,00	0,03	10,00	0,25	10,00	0,25	1,00	0,03
3.2 Alteración componente agua	12,66%	1,00	0,13	5,00	0,63	10,00	1,27	1,00	0,13	10,00	1,27	10,00	1,27	1,00	0,13
3.3 Alteración componente suelo	3,80%	1,00	0,04	5,00	0,19	10,00	0,38	1,00	0,04	10,00	0,38	10,00	0,38	1,00	0,04
3.4 Consumo de recursos naturales	8,86%	1,00	0,09	5,00	0,44	10,00	0,89	1,00	0,09	10,00	0,89	10,00	0,89	1,00	0,09
3.5 Alteración de la cantidad y calidad hábitat	8,86%														
3.5.1 Alteración hábitat terrestre															
- Pérdidas directas de hábitat (1,77%)															
- Alteración características hábitat (1,01%)															
- Interferencia de movimientos (1,01%)															
- Muerte o daños por sustancias tóxicas (1,27%)															
3.5.2 Alteración hábitat acuático															
- Pérdidas directas de hábitat (1,33%)															
- Alteración características hábitat (0,76%)															
- Interferencia de movimientos (0,76%)															
- Muerte o daños a peces o a huevos (0,95%)															
Subtotal Ambiental		0,37		1,84		3,67		0,37		3,67		3,67		0,72	
4. Socioeconómico															
4.1 Exposición al proyecto	12,66%	1,00	0,13	5,00	0,63	10,00	1,27	1,00	0,13	10,00	1,27	10,00	1,27	1,00	0,13
4.2 Generación empleo	6,33%	5,00	0,32	5,00	0,32	10,00	0,63	5,00	0,32	10,00	0,63	1,00	0,06	10,00	0,63
4.3 Alteración de los recursos arqueológicos	8,86%	1,00	0,09	5,00	0,44	10,00	0,89	1,00	0,09	5,00	0,44	10,00	0,89	5,00	0,44
Subtotal Criterio Ambiental		0,53		1,39		2,79		0,53		2,34		2,22		1,20	
Total		3,31		5,01		7,95		3,31		7,51		8,30		3,42	
<ul style="list-style-type: none"> o <u>Alternativa e.1: Relaves en pulpa "convencionales"</u> o <u>Alternativa e.2: Relaves espesados</u> o <u>Alternativa e.3: Relaves filtrados</u> o <u>Alternativa f.1: Explotación a cielo abierto</u> o <u>Alternativa f.2: Explotación subterránea</u> o <u>Alternativa g.1: Interconexión con el SNT</u> o <u>Alternativa g.2: Planta de generación de energía termoeléctrica</u> 															
Fuente: ESSAM, 2022															

8.5 Discusión y conclusión

De los resultados obtenidos se puede indicar lo siguiente:

Ubicación del depósito de relaves filtrados (FTSF)

Se han evaluado 4 alternativas, como posibles emplazamientos para los depósitos de relaves:

- **Alternativa a.1:** *Adyacente a la quebrada La Florida*
- **Alternativa a.2:** *Quebrada Alambique*
- **Alternativa a.3:** *Quebrada Guatuza*
- **Alternativa a.4:** *Convergencia de la Quebrada San Ramón y la Quebrada Maduro*

De acuerdo a la evaluación técnica, económica, ambiental y social efectuada, la alternativa 01 es la que tiene un valor de ponderación mayor entre las cuatro alternativas con un valor de 8,33 puntos.

- **Factor Técnico:** La **alternativa a.1** se considera idónea desde el punto de vista técnico, esto se debe a que, a diferencia de las otras alternativas, el área de la unidad hidrográfica que aportará los caudales para obras hidráulicas y la distancia de transporte de relaves dada la cercanía de esta con la planta de procesos se encuentra entre los valores menores en la **alternativa a.1**.
- **Factor Económico:** Las alternativas a.1 y a.2 presentan similitudes en el costo, la que tiene un costo directo menor es la **alternativa a.3**, sin embargo, la distancia desde la planta de procesos y el grado de intervención directa en la quebrada la Guatuza hacen que esta alternativa no sea óptima en el proyecto.
- **Factor Ambiental:** las alternativas a.1 y a.4 son las más ambientalmente viables, sin embargo, todas las alternativas causarán una alteración al componente agua ya que modificarían el régimen hídrico de las quebradas de igual forma al desviar el flujo y descargarlo aguas abajo o arriba de las quebradas intervenidas. La **alternativa a.1** se torna óptima debido a que el área ocupada en la quebrada es menor que la necesaria por las otras alternativas a la vez que el área disturbada se encuentra entre los menores valores.
- **Factor Social:** Las **alternativas a.1 y a.4** presentan características semejantes siendo aquellas las más alejadas de la población Las Minas, que se considera generarán más empleo y tendrán menor repercusión sobre el componente arqueología.

Escombrera (WRF)

Se han evaluado 3 alternativas tentativas para el emplazamiento de la Escombrera (WRF):

- *Alternativa b.1: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 1.0 km de labores mineras*
- *Alternativa b.2: Margen derecha quebrada Estero Alambique a 0,7 km de labores mineras*
- *Alternativa b.3: Margen izquierda quebrada Estero Alambique a 0,2 km de labores mineras*

De acuerdo a la evaluación técnica, económica, ambiental y social efectuada, la alternativa b.1 tiene una puntuación de **7,92**.

En base a las puntuaciones, se seleccionaron el conjunto de las **Alternativa b.1** y **Alternativa b.3**, debido a que estas en conjuntos alcanzar el volumen necesario de almacenamiento de material de roca estéril

- Factor Técnico: las condiciones de la cimentación en las alternativas presenta similitud debido a que las condiciones del suelo en la zona de estudio están compuestas principalmente por materiales blandos como limos o arcillas, en cuanto a las condiciones geodinámicas en la ubicación de la **alternativa b.3** no se evidenciaron derrumbes o deslizamientos importantes, el manejo de agua en la zona de emplazamiento presenta similitudes en todas las alternativas debido a que las ubicaciones planteadas de las alternativas se encuentran en la parte alta de las laderas o quebradas a la vez que la distancia de transporte de roca estéril y de construcción de accesos en la **alternativa b.3** es menor que las alternativas b.1 y b.2 dada la cercanía de esta a la zona de las galerías, por lo que la convierte en la óptima técnicamente
- Factor Económico: Las **alternativas b.1** presenta el menor costo tanto de implementación como de operación siendo la alternativa óptima para su implementación en el proyecto. Sin embargo, la alternativa b.3 tiene costos cercanos podría también ser considerada.
- Factor Ambiental: las alternativas b.1 y b.2 modificarían el régimen hídrico de las quebradas en mayor magnitud que la alternativa b.3 al desviar y descargar el flujo aguas abajo/arriba de las quebradas intervenidas, el área disturbada es menor para la alternativa b.1, sin embargo, la **alternativa b.1** se torna óptima debido a que el área ocupada en la quebrada es menor que la necesaria por las otras alternativas.
- Factor Social: la **alternativa b.1** genera mejores condiciones a la población ya que representa una menor exposición al proyecto debido a que está alejada a la población Las Minas, y al tener un área disturbada menor tiene menos riesgo de afectación al

componente arqueología.

Estación Auxiliar de Transferencia

Se han evaluado 3 alternativas, con tres ubicaciones distintas de emplazamiento de la estación auxiliar de transferencia:

- *Alternativa c.1: Quebrada La Florida margen izquierda, al sur del depósito de relaves*
- *Alternativa c.2: Quebrada La Florida margen izquierda, al oeste del depósito de relaves*
- *Alternativa c.3: Quebrada Estero Alambique*

De acuerdo a la evaluación técnica, económica, ambiental y social efectuada, la alternativa c.1 tiene una puntuación de **8,55** puntos.

En base a las puntuaciones, se recomienda la **Alternativa c.1** dado a que en evaluación efectuada esta cuenta con la mayor puntuación y se considera como la alternativa óptima entre las otras alternativas tentativas para la estación auxiliar de transferencia.

- **Factor Técnico:** las condiciones de la cimentación, las condiciones geodinámicas y el manejo de agua en la zona de emplazamiento presentan similitudes debido a que las tres alternativas se encuentran relativamente cerca entre si bordeando prácticamente el depósito de relaves, el área de la unidad hidrográfica en las **alternativas c.1 y c.2** es similar mientras que la alternativa c.3 es mayor debido a que esta se encuentra emplazada en la Quebrada Alambique, la construcción de accesos es de menor envergadura en las **alternativas c.2 y c.3** mientras lo que respecta a la distancia de transporte de relaves las tres alternativas consideran distancias similares.
- **Factor Económico:** La **alternativa c.1** es la que amerita menor inversión en costo directo debido a su menor tamaño y por consiguiente al menor movimiento de tierras requerido.
- **Factor Ambiental:** todas las alternativas modificarían el régimen hídrico de las quebradas en igual magnitud al desviar y descargar aguas abajo/arriba el flujo en las quebradas intervenidas, el área disturbada es semejante en las alternativas c.1 y c.3 debido a que los depósitos tienen tamaños similares, sin embargo, la **alternativa c.1** se torna óptima debido a que el área ocupada en la quebrada es menor que la necesaria por las otras alternativas.
- **Factor Social:** La **alternativa c.1** es la óptima ya que es una de las más alejadas de la población Las Minas y que tiene la menor área a disturbar disminuyendo la exposición de las comunidades al proyecto, respecto a la generación de empleo es similar con las otras alternativas.

Material a usar como Impermeabilizante

Se han evaluado 3 alternativas para la impermeabilización del vaso del depósito de relaves, las escombreras y la estación auxiliar de transferencia.

- *Alternativa d.1: Geomembrana*
- *Alternativa d.2: Arcilla e=0,30 m*
- *Alternativa d.3: Arcilla e=1,00 m*

De acuerdo a la evaluación técnica, económica, ambiental y social efectuada, la alternativa d.1 tiene una puntuación de **8,10** puntos.

En base a las puntuaciones, se recomienda la **Alternativa d.1** dado a que en evaluación efectuada esta cuenta con la mayor puntuación y se considera como la alternativa óptima entre las otras alternativas tentativas para la impermeabilización del depósito de relaves, las escombreras y la estación auxiliar de transferencia.

- Factor técnico: la **alternativa d.1** es la óptima en términos técnicos ya que la intervención es menos invasiva que las otras alternativas y la geomembrana puede ser instalada en taludes con altas pendientes.
- Factor económico: Se realizó un análisis económico comparativo entre las alternativas de impermeabilización siendo la **alternativa d.1** la que tiene un menor costo de implementación lo que va vinculado con el factor técnico.
- Factor Ambiental: La evaluación de cada alternativa con respecto al componente agua se realizó basada en un análisis de infiltración simulando el comportamiento de estos materiales obteniendo resultados más favorables para la **alternativa d.1** a la vez es la que genera menor alternación al componente suelo, aire, biótico y no requiere de material pétreo.
- Factor Social: Respecto al componente arqueológico al ser la misma área a intervenir el riesgo de afectación es similar, la alternativa d.3 generaría mayor demanda de mano de obra por requerir de mayor uso de maquinaria y el tiempo de ejecución, sin embargo, la **alternativa d.1** tendrá una menor exposición de las comunidades al proyecto, por lo que es considerada como la mejor opción.

Disposición de relaves

Se han evaluado 3 alternativas para la disposición de relaves:

- *Alternativa e.1: Relaves convencionales*
- *Alternativa e.2: Relaves espesados*
- *Alternativa e.3: Relaves filtrados*

De acuerdo a la evaluación técnica, económica, ambiental y social efectuada, la alternativa e.3 tiene una puntuación de **7,95** puntos.

En base a las puntuaciones, se recomienda la **Alternativa e.3** dado a que en la evaluación efectuada esta cuenta con la mayor puntuación y se considera como la alternativa óptima entre las otras alternativas tentativas para la disposición de relaves.

- Factor técnico: la **alternativa e.3** es la óptima en términos técnicos ya que posee el menor porcentaje de humedad que permite una disposición en forma de bancos que son estables ante eventos sísmicos y evita posibles efectos de licuefacción, puede darse una recuperación de hasta 80% del agua usada en la operación, y este tipo permite el transporte de relaves por volquetas que implica solo la construcción de vías internas.
- Factor económico: Se realizó un análisis económico comparativo entre las alternativas de depósito de relaves siendo la **alternativa e.1** la que tiene un menor costo de implementación dado que los relaves son depositados en pulpa sin un proceso de filtración que supone un mayor costo.
- Factor Ambiental: La **alternativa e.3** es la óptima de acuerdo con la evaluación realizada representa una menor alteración a los componentes aire, agua, suelo, recursos naturales y cantidad y calidad de hábitats al poder ser depositados en forma de terraplenes permite almacenar mayores volúmenes en áreas más pequeñas, a la vez esta disposición al ser un material arenoso contiene menos humedad lo que reduce las posibilidades de infiltración de aguas contactadas a la cimentación y finalmente en caso de falla o rotura del depósito los relaves filtrados al ser más densos y firmes se desplazan en cortas distancias afectando menos área en caso de falla.
- Factor Social: La **alternativa e.3** es mejor socialmente dado que reduce la exposición de las comunidades al proyecto, genera mayor empleo por el uso de volquetas para su transporte y ocupa una menor área por lo que disminuye el riesgo de afectación al componente arqueológico.

Método de explotación

La **alternativa f.2** es la óptima en términos técnicos, mediante los estudios geológicos realizados se determinó que los cuerpos mineralizados se encuentran a profundidades que se pueden explotar solo mediante minería subterránea. Sin embargo, se realizó el análisis de alternativas evaluando la parte económica, ambiental y social para complementar su selección.

Con este fin, se han evaluado 2 alternativas para el método de explotación:

- **Alternativa f.1:** *Explotación a cielo abierto*
- **Alternativa f.2:** *Explotación subterránea*

De acuerdo a la evaluación técnica, económica, ambiental y social efectuada, la alternativa f.2 tiene una puntuación de **7,51** puntos.

- **Factor económico:** Se realizó un análisis económico comparativo entre las alternativas del método de explotación siendo la **alternativa f.1** la que tiene un menor costo de implementación y operación dado que la alternativa f.2 requiere del desarrollo de labores mineras subterráneas y todas las instalaciones para servicios.
- **Factor Ambiental:** La **alternativa f.2** es la óptima de acuerdo con la evaluación realizada representa una menor alteración a los componentes aire, agua, suelo, recursos naturales y, cantidad y calidad de hábitats dado que no realiza una intervención del terreno natural en superficie con grandes excavaciones que requieren de sitios de almacenamiento para mayores volúmenes de roca estéril a la vez que presenta una menor afectación a la calidad de aire por polvo, menor generación de ruido y vibraciones, no supone una afectación significativa del régimen hídrico y tiene menor cantidad de agua de contacto para su manejo.
- **Factor Social:** La **alternativa f.2** es óptima desde el ámbito social dado reduce la exposición de las comunidades al proyecto, genera mayor empleo y ocupa una menor área por lo que disminuye el riesgo de afectación al componente arqueológico.

Suministro de energía eléctrica

Se han evaluado 2 alternativas para el suministro de energía eléctrica para el proyecto.

- **Alternativa g.1:** *Interconexión con el SNT*
- **Alternativa g.2:** *Planta de generación de energía termoeléctrica*

De acuerdo a la evaluación técnica, económica, ambiental y social efectuada, la alternativa g.1 tiene una puntuación de **8,30** puntos.

En base a las puntuaciones, se recomienda la **Alternativa g.1** dado a que en la evaluación efectuada esta cuenta con la mayor puntuación y se considera como la alternativa óptima entre las otras alternativas tentativas para el suministro de energía eléctrica.

- **Factor técnico:** la **alternativa g.1** es la óptima en términos técnicos dado que existen las condiciones para la interconexión con el SNT, lo que evitará la instalación de una planta de energía termoeléctrica que requiere de más insumos,

espacio físico, personal y manejo de grandes cantidades de combustible (hidrocarburos).

- Factor económico: Se realizó un análisis económico comparativo entre las alternativas de suministro de energía siendo la **alternativa g.1** la que tiene un menor costo de implementación y de operación lo que se encuentra ligado al factor técnico.
- Factor Ambiental: La **alternativa g.1** es la óptima de acuerdo con la evaluación realizada representa una menor alteración a los componentes aire, agua, suelo, recursos naturales y cantidad y calidad de hábitats debido a que no se requiere combustibles que involucran la generación de emisiones, posible afectación a los componentes suelo y agua por un mal manejo y, el uso de generadores que generan ruido, así como su repercusión en el medio biótico.
- Factor Social: La **alternativa g.1** es mejor socialmente dado que la exposición de las comunidades al proyecto es menor que la otra alternativa y ocupa una menor área por lo que disminuye el riesgo de afectación al componente arqueológico.